

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.01. Современные проблемы нанотехнологий

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Направленность подготовки Химическая технология. Неорганиче-
ский профиль. Наноматериалы.

Квалификация: бакалавр

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у обучающихся целостного представления о современном состоянии нанотехнологий, а также навыков решения теоретических и прикладных задач в области создания наноматериалов и устройств с заданными свойствами.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области изучения фундаментальных принципов, физико-химических эффектов нанодиапазона; анализа современных подходов к самоорганизации и самосборке; развитие умения выбирать оптимальные методы синтеза для получения материалов с заданными новыми свойствами.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина К.М.03.01.01. *Современные проблемы нанотехнологий* относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств ПК-2.3 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса
	ПК-5 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ ПК-5.3 Готов использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности ПК-5.4 Готов использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- законы физики и химии, определяющие уникальные свойства материалов на наноуровне;
- современные проблемы нанотехнологий (масштабирование, токсичность и безопасность, метрология);
- области применения наноматериалов.

Уметь:

- использовать физические и химические методы получения наноструктур;
- использовать методы исследования структуры наноматериалов.

Владеть:

- навыками безопасной работы при работе с нанопорошками;
- навыками прогнозирования поведения наноматериалов в реальных условиях эксплуатации.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА*Семестр 5*

Вид учебной работы	Семестр 5		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,88	32	24,00
Лекции	0,44	16	12,00
Практические занятия	0,44	16	12,00
Самостоятельная работа	1,12	40	30,00
Форма (ы) контроля:	зачет		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**6.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практ. занят.	Сам.работа
1.	Раздел 1. Проблемы промышленного масштабирования	18	4	4	10
2.	Раздел 2. Токсикология и экологические риски	18	4	4	10
3.	Раздел 3. Функциональность наносистем	18	4	4	10
4.	Раздел 3. Сложность метрологии	18	4	4	10
	Всего	72	16	16	40

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Масштабирование. Теория подобия. Различные подходы к процессу масштабирования. Масштабирование нанотехнологий.

Раздел 2. Токсикология наноматериалов (влияние на здоровье). Экологические риски. Анализ жизненного цикла наноматериалов. Разработка методов раннего обнаружения наночастиц в окружающей среде. Создание безопасных нанотехнологий.

Раздел 3. Проблемы создания стабильных нанокомпозитов, разработки молекулярных машин и совершенствования методов диагностики.

Раздел 4. Проблемы исследования наноматериалов. Метод расчета распределения окр по размерам. Метод определения состава наноразмерного твердого раствора. Метод определения толщины оксидной пленки на порошке металлов.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
	Знать: – законы физики и химии, определяющие уникальные свойства	+	+	+	+

	материалов на наноуровне; – современные проблемы нанотехнологий (масштабирование, токсичность и безопасность, метрология); - области применения наноматериалов.				
	Уметь:				
	– использовать физические и химические методы получения наноструктур; - использовать методы исследования структуры наноматериалов.	+	+	+	+
	Владеть:				
	– навыками безопасной работы при работе с нанопорошками; – навыками прогнозирования поведения наноматериалов в реальных условиях эксплуатации;	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров технологического процесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств ПК-2.3 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса	+	+	+	+
ПК-5 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ ПК-5.3 Готов использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности ПК-5.4 Готов использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	+	+	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Раздел 1. Проблемы промышленного масштабирования	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
2	1	Раздел 2. Токсикология и экологические риски	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
3	2	Раздел 3. Функциональность наносистем	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
4	2	Раздел 3. Сложность метрологии	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные техно-

логии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направленные на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания (раздел 5.8);
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.5. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- 1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- 2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- 3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- 4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- 5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.6. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.7. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2026 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Дзидзигури Э.Л., Васильев А.А., Хайдаров Б.Б., Захарова Е.В., Сидорова Е.Н. Современные проблемы нанотехнологий: Учебное пособие. МИСИС. 2022. 99 с.
<https://e.lanbook.com/book/263444>
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431 с.
3. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности, ИД Интеллект, 2011 г., 568 с.

б) дополнительная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, Т. 1, 124 с., Т. 2, 148 с.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал «Коллоидный журнал», ISSN 0023-2912
5. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
6. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
7. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
8. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
9. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
10. Сайт кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева <http://nano.muctr.ru/> Презентации к лекциям

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).
- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физикохимия наноматериалов» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено

Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный Сканер	приспособлено
Лаборатория физико-химического анализа 473 (строение 13)	Установка для определения давления насыщенного пара жидкости; весы аналитические, весы технические. Эбулиоскоп, криоскоп, рефрактометр, термометр Бекмана, насос Камовского, барометр, компьютер/ноутбук, датчик для измерения температуры, фотоколориметр, спектрофотометр	приспособлено
Лаборатория кинетики 471 (строение 13)	Установки для исследования кинетики реакций в растворах и в твердой фазе, поляриметр, катетометр, водяная баня, термостат.	приспособлено
Лаборатория электрохимии 479 (строение 13)	Кондуктометр, рН-метр-милливольтметр, генератор низкочастотных сигналов, магазин сопротивлений, осциллограф, потенциометр, компьютер, датчик для измерения температуры	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 Гб ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)

Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRay.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Раздел 2. Раздел 3. Раздел 4.	Знает: – законы физики и химии, определяющие уникальные свойства материалов на нано-уровне; – современные проблемы нанотехнологий (масштабирование, токсичность и безопасность метрология);	Оценка за контрольную работу № 1.

	- области применения наноматериалов. Умеет: – использовать физические и химические методы получения наноструктур; - использовать методы исследования структуры наноматериалов. Владеет: – навыками безопасной работы при работе с нанопорошками; – навыками прогнозирования поведения наноматериалов в реальных условиях эксплуатации.	

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Современные проблемы нанотехнологий

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 2 / 72. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные проблемы нанотехнологий» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – формирование у обучающихся целостного представления о современном состоянии нанотехнологий, а также навыков решения теоретических и прикладных задач в области создания наноматериалов и устройств с заданными свойствами.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области изучения фундаментальных принципов, физико-химических эффектов нанодиапазона; анализа современных подходов к самоорганизации и самосборке; развитие умения выбирать оптимальные методы синтеза для получения материалов с заданными новыми свойствами.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Масштабирование. Теория подобия. Различные подходы к процессу масштабирования. Масштабирование нанотехнологий.

Раздел 2. Токсикология наноматериалов (влияние на здоровье). Экологические риски. Анализ жизненного цикла наноматериалов. Разработка методов раннего обнаружения наночастиц в окружающей среде. Создание безопасных нанотехнологий.

Раздел 3. Проблемы создания стабильных нанокомпозитов, разработки молекулярных машин и совершенствования методов диагностики.

Раздел 4. Проблемы исследования наноматериалов. Метод расчета распределения окр по размерам. Метод определения состава наноразмерного твердого раствора. Метод определения толщины оксидной пленки на порошке металлов.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

- законы физики и химии, определяющие уникальные свойства материалов на наноуровне;
- современные проблемы нанотехнологий (масштабирование, токсичность и безопасность, метрология);
- области применения наноматериалов.

Уметь:

- использовать физические и химические методы получения наноструктур;
- использовать методы исследования структуры наноматериалов.

Владеть:

- навыками безопасной работы при работе с нанопорошками;
- навыками прогнозирования поведения наноматериалов в реальных условиях эксплуатации.

6. Виды учебной работы и их объем

Семестр 5

Вид учебной работы	Семестр 5		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54,00

Контактная работа - аудиторные занятия:	0,88	32	24,00
Лекции	0,44	16	12,00
Практические занятия	0,44	16	12,00
Самостоятельная работа	1,12	40	30,00
Форма (ы) контроля:	зачет		

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по учебной и научной работе
Новомосковского института РХТУ им.
Д.И. Менделеева

_____ **А.В. ОВЧАРОВ**

«_____» _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Сырьевые и энергетические ресурсы в химической промышленности

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

***Направленность (профиль): Химическая технология. Неорганический
профиль***

Квалификация: бакалавр

Форма обучения

очная

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 г N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922(Зарегистрировано в Минюсте России 19.08.2020 г. № 59336);

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 19.08.2020 г. № 59336) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ТНКЭПНИРХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт).

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является получение первичных знаний в области химической технологии, как науки о методах и средствах оптимальной переработки химического сырья в предметы потребления и средства производства. Эти знания потребуются для решения научно-исследовательских и практических задач в последующей профессиональной деятельности.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- формирование и развитие умений принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов в сфере подготовки сырья и выбора энергетических ресурсов;
- формирование и развитие умений выбирать технологии с учетом экологических последствий их применения;
- усвоение основных показателей химико-технологического процесса, способов его оптимизации и интенсификации.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сырьевые и энергетические ресурсы в химической промышленности» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях) «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Органическая химия», «Физическая химия» и является основой для последующих дисциплин: «Общая химическая технология», «Химические реакторы» и других профильных дисциплин.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижений компетенций
ПК-1 Способен подбирать, настраивать, обслуживать, готовить к ремонту, эксплуатировать, устранять отклонения от регламентных режимов работы основное технологическое оборудование с учетом требований технической документации.	ПК-1.1 Способен настраивать и проводить проверку оборудования.
	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам.
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

основные виды сырьевых и энергетических ресурсов химической промышленности и способы их классификации; способы подготовки и обогащения твёрдого, жидкого и газообразного сырья; физические основы разделения воздуха на компоненты и промышленное осуществление процесса; способы промышленной водоподготовки.

Уметь:

обосновать выбор способов подготовки и обогащения сырья в зависимости от его состава и свойств компонентов; обосновать выбор способов водоподготовки в зависимости от требований к воде и её исходного качества; оценивать перспективы использования вторичного сырья и вторичных энергетических ресурсов.

Владеть:

методами расчёта основных показателей процесса обогащения сырья; методами расчёта основных показателей эффективности использования сырья; методами расчёта эффективности использования энергетических ресурсов; понятиями о ресурсо-, энергосбережении.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Общая трудоемкость (з.е./час): 4/144. Контактная работа аудиторная 48 часа, из них: лекций 32 час., практические занятия 16 час. Форма промежуточного контроля: зачет с оценкой. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Семестр 4

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Контактная работа - аудиторные		48
Лекции		32
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		-
Самостоятельная работа		96
Форма (ы) контроля: Зачет с оценкой		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Химическая промышленность	18	6	2	-	10
2	Сырьевые ресурсы химической промышленности	40	8	4	-	28
3	Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства.	32	6	4	-	22
4	Воздух как сырьё и вспомогательный компонент химического производства.	18	4	2	-	12

5	Энергетические ресурсы химической промышленности	36	8	4	-	24
	ИТОГО	144	32	16	-	96

6.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Химическая промышленность	Место химической промышленности в народном хозяйстве. Стратегия развития химической промышленности России. Понятие о химическом производстве. Основные компоненты и стадии химического производства. Основные показатели эффективности химического производства.
2	Сырьевые ресурсы химической промышленности	Основные виды минеральных сырьевых ресурсов, месторождения, способы добычи. Подготовка и обогащение сырья. Отходы производства и отходы потребления как вторичное сырье. Рациональное использование сырья в химическом производстве. Комплексное использование сырья. Экологические проблемы в ХТНВ.
3	Вода как сырьё и вспомогательный компонент химического производства.	Источники воды и их характеристика. Промышленная водоподготовка. Организация водооборотных циклов на химическом предприятии. Бессточные химические производства. Очистка сточных вод химических предприятий.
4	Воздух как сырьё и вспомогательный компонент химического производства.	Состав воздуха. Способы очистки воздуха от примесей. Схемы разделения воздуха, получения редких газов. Применение компонентов воздуха.
5	Энергетические ресурсы химической промышленности	Основные виды энергетических ресурсов. Энергоёмкость химических производств. Основные принципы энергосбережения. Способы использования вторичных энергетических ресурсов.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

Темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Тематика практических занятий (семинаров)	2
2	2	Расчёт основных показателей эффективности химического производства. (степень превращения, выход продукта,	4
3	3	Материальные балансы химического производства. Определение расходных коэффициентов по сырью.	4
4	4	Материальные балансы процессов обогащения твёрдого, жидкого и газообразного сырья. Расчёт основных его	2

5	5	Энергетические балансы в химической технологии. Расчёт коэффициента использования энергии.	4
ИТОГО			16

8.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы не предусмотрены.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета, экзамена, лабораторному практикуму по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные

технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформления отчета, своевременность сдачи.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.6. Реферат

Реферат – индивидуальная письменная, самостоятельно выполненная, работа обучающегося, предполагающая анализ изложения в научных и других источниках определенной научной проблемы или вопроса.

Обычно реферат имеет стандартную структуру: титульный лист, содержание, введение, основное содержание темы, заключение, список использованных источников, приложения.

Оценивается оригинальность реферата, системность излагаемого материала, логика изложения и убедительность аргументации, полнота использованных источников, оформление, своевременность срока сдачи, публичная защита реферата.

Оценивание реферата осуществляет преподаватель. Реферат, сданные студентом после окончания зачетной недели текущего семестра, в котором он должен быть выполнен, не оценивается.

По данной дисциплине студентом может быть подготовлен реферат. Тема реферата определяется преподавателем с учетом пожеланий студента.

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных

пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструкции по технике безопасности.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, схему установки, рабочие формулы; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал (в качестве лабораторного журнала студент использует общую тетрадь) или не подготовлен протокол;

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в

лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия, как правило, допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление работы завершается написанием выводов.

Выполненная работа отмечается в журнале студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По самостоятельному выполнению индивидуальных заданий

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.
2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т.е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.
6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений, целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.
7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц.
8. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удастся. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеке и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол;
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;
- в) отсутствует халат.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление работы завершается написанием выводов.

Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной

системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и

информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
О-1.Бесков В.С. - Общая химическая технология: Учебник для вузов.-М: ИКЦ "Академкнига", 2005. - 452 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
О-2.Игнатенков В.И., Бесков В.С. - Примеры и задачи по общей химической технологии": Учеб. пособие для вузов. М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. 198 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

б) дополнительная литература

Дополнительная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Д-1.Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб. пособ. / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - 2-е изд., стереотип. - М. : КНОРУС, 2012. - 228	Библиотека НИ РХТУ	Да
Д-2.Водное хозяйство промышленных предприятий: спр. изд.: в 3 кн. кн.3 / ред. В. И. Аксенова. - М.: Теплотехник, 2007. - 367 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Д-3.Джирард Дж. Е. Основы химии окружающей среды: пер. с англ. В.И. Горшкова / Дж. Е. Джирард; под ред. В.А. Иванова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 640 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Д-4.Теоретические основы энергоресурсосбережения в химической промышленности: учеб. пособие / сост. Н. Ф. Лобанов. - Новомосковск : [б. и.], 2007. - 55 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Д-5.Общая химическая технология / ред. А. Г. Амелин. - М. : Химия, 1977. - 400 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

12.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Информационно-правовой сервер «КонсультантПлюс» –URL: <http://www.consultant.ru/>;
2. Библиотека Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. URL: http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS;
3. ИНТУИТ. Национальный открытый университет. URL: <https://www.intuit.ru/>;
4. Компьютерные презентации интерактивных лекций;
5. Банк заданий для текущего и итогового контроля освоения дисциплины;
6. Информационно-методические материалы: учебные и методические пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками.
7. Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в

электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
№ 407 Аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Презентационная техника (экран, проектор, ноутбук). Аудитория оборудована учебной мебелью, меловой доской	приспособлено
№ 409 «Учебная лаборатория ОХТ» для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Установки: Флотация, Обжиг серосодержащего сырья, Ионнообменная установка. Шкаф вытяжной, Колориметр КФК-2, Сушильный шкаф, Печь по Денштету, Насос вакуумный, Весы электр. JW-1 C-600, Флотационная машина, рН-метр ПК без подключения к интернету с демонстрационными материалами. Наглядные пособия: Таблица «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева»; Таблица «Катализаторы НИАП» Лаборатория оборудована учебной и лабораторной мебелью, меловой доской, лабораторной посудой.	приспособлено
№ 413 Аудитория для самостоятельной работы студентов	Помещение для самостоятельной работы студентов оборудовано офисной мебелью, 3 компьютерами, 2 компьютера имеют подключения к сети «Интернет», к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным

доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Проектор.

13.2. Программное обеспечение

1. Операционная система (MSWindowsXP распространяется под лицензией [TheNovomoskovskuniversity \(thebranch\) - EMDEPT DreamSparkPremiumhttp://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897](http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897). Номер учетной записи e5: 100039214)
 2. Текстовый редактор (LibreOfficeWriter) распространяется под лицензией LGPLv3
 3. Табличный процессор (LibreOfficeCalc) распространяется под лицензией LGPLv3
 4. Редактор презентаций (LibreOfficeImpress) распространяется под лицензией LGPLv3
 5. Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNULGPLlicense)
 6. AdobeAcrobatReader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение AcrobatReader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).
 7. Браузер MozillaFireFox (распространяется под лицензией MozillaPublicLicense 2.0 (MPL))
 8. ПО для инженерных математических расчетов - MathCadExpress 3.0 - Бесплатно в течение неограниченного срока. (<https://www.ptc.com/ru/products/mathcad-express-free-download>).
- ЭБС «Лань». Соглашение о сотрудничестве.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде знаний текущий контроль организуется в формах:

- краткого опроса обучающихся (фронтальная беседа) по важнейшим вопросам пройденной темы с целью установления связи нового материала с ранее изученным;
- выполнения контрольных работ по пройденному материалу;

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков (владений) текущий контроль организуется в формах:

- проверки индивидуальных заданий (решения простых и/или сложных практико-ориентированных заданий); простые задания используются для оценки умений. Они представляют собой задачи в одно или два действия. Сложные задания используются для оценки навыков. Они представляют собой усложненные расчеты тех параметров, которые рассчитывались в контрольных работах, но в расширенном виде;

- проверки подготовки необходимых данных для расчета одного или нескольких параметров, определяемых в лабораторных работах, но в условиях, отличных от заданных ранее;

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная защита отчетов к лабораторным работам и письменных индивидуальных заданий.

Критерии для оценивания устного опроса

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзаменов.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося по дисциплине фиксируются в электронной информационно-образовательной среде Института в соответствии с требованиями Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» от 27.10.2017 г.

Уровень сформированности компетенций			
высокий		пороговый	не сформирована
оценка «отлично»	оценка «хорошо»	оценка «удовлетворительно»	оценка «неудовлетворительно»
Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	Демонстрирует понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.	Демонстрирует понимание проблемы. В основном требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Демонстрирует непонимание проблемы. Задания не выполнены
Полные ответы на все теоретические вопросы.	Ответы по существу на все теоретические вопросы.	Ответы по существу на все теоретические вопросы, но не имеется доказательств, выводов, обоснований.	Ответы менее чем на половину теоретических вопросов.
Практические задания выполнены в полном объеме.	Практические задания выполнены.	Намечены схемы решения предложенных практических заданий.	Решение практических заданий не предложено.
Получены адекватные значения всех расчетных заданных критериев.	Допущена неточность в расчете заданных критериев.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.03. Теоретические основы нанотехнологий

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Направленность подготовки Химическая технология. Неорганиче-
ский профиль. Наноматериалы.

Квалификация: бакалавр

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области теории и практики использования нанотехнологий и создания наноматериалов, свойств наноматериалов, их перспективных областей применения и направлений дальнейшего развития.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области физических и химических процессов и технологии функциональных неорганических и органических наноматериалов, понимания общих физических и химических механизмов создания наноматериалов, способности анализировать и критически оценивать получаемые наноматериалы, предлагать пути дальнейшего развития химической технологии наноматериалов.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина К.М.03.01.03. Теоретические основы нанотехнологий относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров технологического процесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.4 Способен проводить анализ материалов на стадиях входного, текущего технологического и заключительного контроля и осуществлять оценку получаемых результатов
	ПК-5 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.1 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ПК-5.2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ ПК-5.3 Готов использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности ПК-5.4 Готов использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;
- современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;
- физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;
- прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.

Уметь:

- проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;
- определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;
- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.
- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физикохимических свойств и химической технологии наноматериалов;
- навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Общая трудоемкость (з.е./час): 5/180 Контактная работа аудиторная 64 часа, из них: лекций 32 часа, практические занятия 32 часа.

Вид учебной работы	Семестр 5			Семестр 6		
	Объем			Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54	3	108	81
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,89	32	24	0,89	32	24
Лекции	0,44	16	12	0,44	16	12
Практические занятия	0,44	16	12	0,44	16	12
Самостоятельная работа	1,11	40	30	1,11	40	30
Контроль				1,00	36	27
Форма (ы) контроля:	зачет			экзамен		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**6.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практич. занятия	Сам.работа
1.	Раздел 1.	68	16	12	40
1.1	Пористые наноматериалы.	36	10	6	20
1.3	Диффузия по межфазным границам.	32	6	6	20

2.	Раздел 2.	76	16	20	40
2.1.	Особенности свойств наноматериалов	46	10	12	20
2.2.	Химия нанокластеров	30	6	4	20
	Контроль	36			
	Всего	180	32	32	80

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Пористые наноматериалы. Номенклатура пор Международного союза по чистой и прикладной химии. Определение пористости различных видов пор. Пористые материалы различной природы. Нанопористый углерод. Молекулярные сита. Мезопористые мезоструктурированные материалы (МММ). Наноккомпозиты на основе молекулярных сит. Особенности механизма диффузии веществ в нанопористых материалах. Наноматериалы для суперконденсаторов. Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия. Особенности диффузионных процессов на межфазных границах. Модели зернограничной диффузии. Зернограничная диффузия в тонких пленках. Влияние структуры границ зерен на диффузию. Диффузия и дефекты структуры. Особенности зернограничной диффузии в нанокристаллических материалах Экспериментальные методы для определения параметров зернограничной диффузии.

Раздел 2. Особенности свойств наноматериалов. Влияние размера частиц на свойства. Основные параметры, зависящие от размерного фактора. Роль поверхности и размерного фактора. Химия нанокластеров. Молекулярные лигандные кластеры. Безлигандные металлические кластеры. Общие тенденции изменения свойств кластеров в зависимости от нуклеарности. Особые точки на зависимостях от нуклеарности, отвечающие так называемым магическим числам. Аномалии реакционной способности кластеров в газовой фазе, соответствующие этим числам. Связь реакционной способности смешанных кластеров с их электронным строением и геометрией.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
	–современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов; –современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов; –физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов; –прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.	+	+
	Уметь:		
	–проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов; –определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; –применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.	+	+
	Владеть:		
	–навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов; –способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов. –методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физикохимических свойств и химической технологии наноматериалов;	+	+

	–навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.		

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.4 Способен проводить анализ материалов на стадиях входного, текущего технологического и заключительного контроля и осуществлять оценку получаемых результатов	+	+
ПК-5 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.1 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ПК-5.2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ ПК-5.3 Готов использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности ПК-5.4 Готов использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Пористые наноматериалы.	6	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
2	1	Диффузия по межфазным границам.	6	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
3	2	Особенности свойств наноматериалов	12	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
4	2	Химия нанокластеров	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;

- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических часов. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух часов контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В

обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторские занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять индивидуальные задания (раздел 5.8);
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.4. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- 1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

- 2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- 3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- 4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- 5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.5. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.6. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2016 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431 с.
2. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. Учебное пособие. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.-309 с.
3. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности, ИД Интеллект, 2011 г., 568 с.

б) дополнительная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, Т. 1, 124 с., Т. 2, 148 с.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал «Коллоидный журнал», ISSN 0023-2912
5. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
6. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
7. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
8. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
9. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
10. Сайт кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева <http://nano.muctr.ru/> Презентации к лекциям

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).
- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физикохимия наноматериалов» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный Сканер	приспособлено
Лаборатория физико-химического анализа 473 (строение 13)	Установка для определения давления насыщенного пара жидкости; весы аналитические, весы технические. Эбулиоскоп, криоскоп, рефрактометр, термометр Бекмана, насос Камовского, барометр, компьютер/ноутбук, датчик для измерения температуры, фотоколориметр, спектрофотометр	приспособлено
Лаборатория кинетики 471 (строение 13)	Установки для исследования кинетики реакций в растворах и в твердой фазе, поляриметр, катетометр, водяная баня, термостат.	приспособлено
Лаборатория электрохимии 479 (строение 13)	Кондуктометр, pH-метр- милливольтметр, генератор низкочастотных сигналов, магазин сопротивлений, осциллограф, потенциометр, компьютер, датчик для измерения температуры	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)
Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRay.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	знает: –современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов; –современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов; –физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов; –прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств. Умеет: –проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов; –определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; –применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: –навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов; –способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов. –методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физикохимических свойств и химической технологии наноматериалов.	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за лабораторную работу

	лов; –навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.	
Раздел 2.	знает: –современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов; –современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов; –физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов; –прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств. Умеет: –проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов; –определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; –применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: –навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов; –способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов. –методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физикохимических свойств и химической технологии наноматериалов; –навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за лабораторную работу

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
«Теоретические основы нанотехнологий»

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): **5 / 180**. Форма промежуточного контроля: экзамен. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5,6 семестрах.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Теоретические основы нанотехнологий**» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области теории и практики использования нанотехнологий и создания наноматериалов, свойств наноматериалов, их перспективных областей применения и направлений дальнейшего развития.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области физических и химических процессов и технологии функциональных неорганических и органических наноматериалов, понимания общих физических и химических механизмов создания наноматериалов, способности анализировать и критически оценивать получаемые наноматериалы, предлагать пути дальнейшего развития химической технологии наноматериалов.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Пористые наноматериалы. Номенклатура пор Международного союза по чистой и прикладной химии. Определение пористости различных видов пор. Пористые материалы различной природы. Нанопористый углерод. Молекулярные сита. Мезопористые мезоструктурированные материалы (МММ). Нанокompозиты на основе молекулярных сит. Особенности механизма диффузии веществ в нанопористых материалах. Наноматериалы для суперконденсаторов. Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия. Особенности диффузионных процессов на межфазных границах. Модели зернограничной диффузии. Зернограничная диффузия в тонких пленках. Влияние структуры границ зерен на диффузию. Диффузия и дефекты структуры. Особенности зернограничной диффузии в нанокристаллических материалах Экспериментальные методы для определения параметров зернограничной диффузии.

Раздел 2. Особенности свойств наноматериалов. Влияние размера частиц на свойства. Основные параметры, зависящие от размерного фактора. Роль поверхности и размерного фактора. Химия нанокластеров. Молекулярные лигандные кластеры. Безлигандные металлические кластеры. Общие тенденции изменения свойств кластеров в зависимости от нуклеарности. Особые точки на зависимостях от нуклеарности, отвечающие так называемым магическим числам. Аномалии реакционной способности кластеров в газовой фазе, соответствующие этим числам. Связь реакционной способности смешанных кластеров с их электронным строением и геометрией.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;
- современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;
- физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;
- прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.

Уметь:

- проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;

–определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
 –применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

–навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;
 –способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.
 –методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физикохимических свойств и химической технологии наноматериалов;
 –навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.

6. Виды учебной работы и их объем

Общая трудоемкость (з.е./час): 5/180 Контактная работа аудиторная 64 часа, из них: лекций 32 часа, практические занятия 32 часа.

Вид учебной работы	Семестр 5			Семестр 6		
	Объем			Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54	3	108	81
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,89	32	24	0,89	32	24
Лекции	0,44	16	12	0,44	16	12
Практические занятия	0,44	16	12	0,44	16	12
Самостоятельная работа	1,11	40	30	1,11	40	30
Контроль				1,00	36	27
Форма (ы) контроля:	зачет			экзамен		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.04. Синтез наночастиц в жидких средах

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Направленность подготовки Химическая технология. Неорганиче-
ский профиль. Наноматериалы.

Квалификация: бакалавр

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалиста, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области синтеза наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области химических, физических и биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов, понимания общих закономерностей получения таких материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «*Синтез наночастиц в жидких средах*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.4 Способен проводить анализ материалов на стадиях входного, текущего технологического и заключительного контроля и осуществлять оценку получаемых результатов
	ПК-5 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.1 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ПК-5.2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- классификацию наночастиц и наноматериалов, основанную на мерности объектов, способах получения, свойствах среды проведения синтеза;
- теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на образование зародышей кристаллизации и скорость роста наночастиц;
- закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз;

- закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов;
- алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов.

Уметь:

- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава;
- применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов;
- основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры;
- основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами;
- способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Семестр 5,6

Вид учебной работы	Семестр 7			Семестр 8		
	Объем			Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81	3	108	81
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36	1,78	64	48
Лекции	0,44	16	12	0,89	32	24
Практические занятия	0,44	16	12	0,44	16	12
Лабораторные работы	0,44	16	12	0,44	16	12
Самостоятельная работа	0,67	24	18	1,22	44	33
Контроль	1,00	36	27			
Форма (ы) контроля:	экзамен			зачет с оценкой		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Лаб. работы	Практические занятия	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы процесса кристаллизации в жидких средах	36	8	8	8	12
1.1.	Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование	18	4	4	4	6
1.2.	Основные теории роста кристаллов	18	4	4	4	6
2.	Синтез наночастиц методами осаждения	36	8	8	8	12
2.1.	Синтез наночастиц благородных металлов	16	4	4	4	4
2.2.	Синтез полупроводниковых наночастиц	8	2		2	4
2.3	Синтез магнитных наночастиц	12	2	4	2	4

	Контроль	36				
3.	Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов	108	32	16	16	44
3.1	Золь-гель метод получения наночастиц, пористых материалов, аэрогелей	46	16	4	4	22
3.2	Синтез наночастиц при воздействии излучений: микроволнового, ультразвукового, УФ, рентгеновского, радиоактивного	27	8	4	4	11
3.3	Электрохимические методы получения наноматериалов	17	4	4	4	5
3.4	Получение наноматериалов при самоорганизации наночастиц.	18	4	4	4	6

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы процесса кристаллизации в жидких средах

Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов. Физические, химические, биологические и комбинированные методы. Особенности получения нуль- одно-, дву- и трехмерных наноматериалов. Стадии процесса кристаллизации - образование центров нуклеации, рост наночастиц. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Критический зародыш. Основные теории роста кристаллов. Влияние различных параметров системы на скорость зародышеобразования и кинетику роста нанокристаллов. Способы замедления роста для синтеза наночастиц контролируемого размера. Роль процессов Оствальдова созревания и агрегации нанокристаллов в процессах синтеза наночастиц в жидких средах. Стабилизация наночастиц в растворах -электростатическая, адсорбционная, хемосорбционная, стерическая.

Раздел 2. Синтез наночастиц методами осаждения

Основные химические реакции, приводящие к синтезу наночастиц и жидких средах и их контролируемому выделению из растворов. Получение наночастиц золота - метод Туркевича и метод Брasta. Синтез наночастиц серебра, платины, палладия и других благородных металлов. Получение наночастиц несферической формы. Синтез наностержней металлов - роль зародышей кристаллизации и добавок ПАВ. Механизм роста наностержней металлов в жидких средах. Особенности синтеза наночастиц металлов в форме кубов, призм, двенадцатигранников и др. Синтез магнитных наночастиц в полярных и неполярных средах. Стабилизация наночастиц и получение магнитных жидкостей. Основные способы синтеза полупроводниковых наночастиц – контролируемого осаждения, построения кластеров, молекулярных прекурсоров. Основные факторы, влияющие на размер синтезируемых наночастиц полупроводников. Кинетический контроль роста наночастиц полупроводников. Синтез анизотропных наночастиц полупроводников - наностержней, разветвленных структур. Применение методов осаждения для синтеза наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур.

Раздел 3. Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов

Золь-гель метод. Основные стадии процесса. Особенности гидролиза и поликонденсации в щелочной и кислой среде. Гелеобразование и синерезис. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей. Влияние состава реакционной среды и условий протекания процесса на морфологию синтезируемого наноматериала. Получение золь-гель методом наноматериалов на основе оксидов кремния и титана. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях. Классификация методов синтеза наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях. Роль сверхкритической жидкости при синтезе - растворитель, соразтворитель, антирастворитель, растворенное вещество, реакционная среда. Схемы основных методов. Использование сверхкритической воды и диоксида углерода для получения наночастиц. Варианты гидро- и сольвотермального синтеза - получение наночастиц при протекании физических и химических процессов. Основные параметры, влияющие на морфологию синтезируемых наноматериалов. Периодический и непрерывный способы организации гидро- и сольвотермального синтеза. Виды автоклавов, используемых для синтеза наночастиц. Гидро- и сольвотермальный синтез наночастиц металлов, оксидов металлов, полупроводников. Синтез наночастиц при физическом

воздействии на реакционную среду. Особенности синтеза наночастиц при микроволновом нагреве. Гидротермальный синтез с микроволновым нагревом. Синтез наночастиц при воздействии ультрафиолетового, рентгеновского и радиоактивного излучения. Механизм синтеза наночастиц при действии различных видов излучения. Ультразвуковое воздействие. Синтез наночастиц с аморфной и нанокристаллической структурой. Получение наноматериалов при самоорганизации наночастиц. Самоорганизация под действием капиллярных, гравитационной и центробежной сил, действии электрического и магнитного поля. Матричная самоорганизация. Формирование плоских и объемных структур. Формирование сверхрешеток, упорядоченных ансамблей бинарных наночастиц. Биомиметические наноматериалы.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
	- классификацию наночастиц и наноматериалов, основанную на мерности объектов, способах получения, свойствах среды проведения синтеза;	+		
	- теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на образование зародышей кристаллизации и скорость роста наночастиц;	+		
	- закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз;	+	+	+
	- закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов;	+	+	+
	- алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов.	+	+	+
	Уметь:			
	- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;		+	+
	- находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава;	+	+	+
	- применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.	+	+	+
	Владеть:			
	- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов;	+	+	+
	- основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры;	+	+	+
	- основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами;	+	+	+
	- способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
ПК-2 Способен принимать технические реше-	ПК-2.4 Способен проводить анализ материалов на стадиях входного, текущего технологического и	+	+	+

ния при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров технологического процесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	заключительного контроля и осуществлять оценку получаемых результатов			
ПК-5 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.1 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ПК-5.2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	+	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению учебного материала, изучаемого в дисциплине «Синтез наночастиц в жидких средах», позволяет освоить методы экспериментальных исследований, технику лабораторных работ.

Лабораторные работы и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	1,2	Синтез наночастиц Cu_2O из таблеток аскорбиновой кислоты с глюкозой	4
2.	1,2	Синтез наночастиц Cu_2O путем восстановления глюкозой	4
3.	1,2	Синтез золь и определение их размеров	4
4.	1,2	Зависимость скорости формирования наночастиц серебра от концентрации ионов серебра.	4
5.	1,2	Получение наночастиц серебра цитратно-сульфатным методом Кери-Ли	4
6.	1,2	Получение наночастиц серебра в пропиленгликоле при нагревании	4
7.	1,2	Получение наночастиц серебра путем восстановления тетрагидроборатом натрия	4
8.	3	Межфазный синтез материалов на основе ди-(2-этилгексил)фосфатов металлов	4
9.	3	Влияние поля колебаний резонансной частоты на процесс самосборки	4
10.	3	Получение геля кремниевой кислоты	4
11.	3	Влияние механических колебаний на синтез наночастиц в гетерогенной жидкостной системе	4

8.2. Практические занятия

5 семестр

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование	6	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
2	1	Основные теории роста кристаллов	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
3	2	Синтез наночастиц благородных металлов	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
4	2	Синтез полупроводниковых наночастиц	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5

6 семестр

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	3	Золь-гель метод получения наночастиц, пористых материалов, аэрогелей	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
2	3	Синтез наночастиц при воздействии излучений: микроволнового, ультразвукового, УФ, рентгеновского, радиоактивного	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
3	3	Электрохимические методы получения наноматериалов	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5
4	3	Получение наноматериалов при самоорганизации наночастиц.	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-5

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час

контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформление отчета, своевременность сдачи.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;

- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;

3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 8 лабораторных работы, указанных в «маршрутном» листе. Маршрутный лист составляет лектор потока. Маршрутный лист выдается студенту за неделю до начала лабораторного практикума.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструкции по технике безопасности.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

- а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, схему установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;
- б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;
- в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует лабораторный журнал (в качестве лабораторного журнала студент использует общую тетрадь) или не подготовлен протокол,
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия, как правило, допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

7. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они выполняются с использованием компьютера; графики вклеиваются в лабораторный журнал. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов.

В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

- а) что и каким методом измерялось,
 - б) при каких условиях;
 - б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями; анализ результатов и погрешностей.
8. Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:
- а) результатов работы,
 - б) достоверности расчетов и их соответствия измерениям,
 - в) правильности построения графиков,
 - г) оформления работы и выводов.

Выполненная работа отмечается в журнале студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты. После выполнения и защиты всех лабораторных работ преподаватель в журнале студента делает запись: «Все лабораторные работы, предусмотренные маршрутным листом, выполнены и защищены», ставит подпись и дату.

9. Журнал преподавателя хранится у лаборанта той лаборатории, в которой эта работа выполняется. Правила ведения журнала преподавателя.

- 1. В графе журнала учета выполненных студентами лабораторных работ делается отметка о выполнении. Если работа «защищена», делается отметка о защите с указанием даты.
- 2. В случае отсутствия студента на лабораторном занятии в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ пишется «нб».
- 3. Около работы, пропущенной по уважительной причине (допуск из деканата), пишется «ув».

Правила работы преподавателей в лаборатории в зачетную неделю

- 1. К выполнению работ допускаются студенты, которым лектор или ведущий преподаватель предоставил допуск.
- 2. Дежурный преподаватель делает отметку о выполнении лабораторной работы в журнале студента и в журнале уче-

та выполненных студентами лабораторных работ.

С согласия ведущего преподавателя студент может защитить работу дежурному преподавателю, проводившему занятия. Студент, не успевший выполнить работу на занятии, приглашается для ее выполнения повторно.

3. Лабораторные работы, выполненные в течение семестра, принимает тот преподаватель, который проводил занятия с группой в течение семестра. В случае отсутствия по уважительной причине этого преподавателя на зачетной неделе, зачет по лаборатории принимает лектор. При отсутствии лектора – зав. кафедрой.

4. Во время проведения лабораторных работ учебно-вспомогательный персонал лаборатории работает под руководством ведущих занятий преподавателей и зав. лабораториями.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса РРС. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 8 работ в двух семестрах (если специально не оговорено) лабораторных работ, указанных в «маршрутном» листе. График работ студент получает за неделю до начала лабораторного практикума.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеке и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента. Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) в журнале (в качестве журнала используется общая тетрадь) имеется описание текущей лабораторной работы: название работы, теоретическое введение, схема установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол,
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;
- в) отсутствует белый халат.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

8. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они выполняются с использованием компьютера; графики вклеиваются в лабораторный журнал. При оформлении работы необходимо выделять страницы для расчетов. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и физических констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов. В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

- а) что и каким методом измерялось,
- б) при каких условиях;
- б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями; анализ результатов и погрешностей.

Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

- а) результатов работы,
- б) достоверности расчетов и их соответствия измерениям,
- в) правильности построения графиков,
- г) оформления работы и выводов.

Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.05.2026 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 365 с.
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431 с.

б) дополнительная литература

1. Шабанова Н. А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 328 с.
2. Генералов М.Б. Основные процессы криохимической нанотехнологии. Теория и методы расчета: учебное пособие, СПб.: Профессия, 2010, 348 с.
3. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010, 152 с.
6. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, Т. 1, 124 с., Т. 2, 148 с.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал «Коллоидный журнал», ISSN 0023-2912
5. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
6. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
7. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
8. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
9. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
10. Сайт кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева <http://nano.muctr.ru/> Презентации к лекциям

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый

центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).

2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальной химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).
- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Синтез наночастиц в жидких средах» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный, Сканер	приспособлено
Лаборатория физико-химического 473 (строение 13) анализа	Установка для определения давления насыщенного пара жидкости; весы аналитические, весы технические. Эбулиоскоп, криоскоп, рефрактометр, термометр Бекмана, насос Камовского, барометр, компьютер/ноутбук, датчик для измерения температуры, фотоколориметр, спектрофотометр	приспособлено
Лаборатория кинетики 471 (строение 13)	Установки для исследования кинетики реакций в растворах и в твердой фазе, поляриметр, катетометр, водяная баня, термостат.	приспособлено
Лаборатория электрохимии 479 (строение 13)	Кондуктометр, рН-метр- милливольтметр, генератор низкочастотных сигналов, магазин сопротивлений, осциллограф, потенциометр, компьютер, датчик для измерения температуры	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 Гб ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)
Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRay.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы процесса кристаллизации в жидких средах	Знает: • классификацию наночастиц и наноматериалов, основанную на мерности объектов, способах получения, свойствах среды проведения синтеза; • теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на образование зародышей кристаллизации и скорость роста наночастиц; • закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз; • закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; • алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов. Умеет: • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; • применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: • методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов; • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами; • способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской дея-	Оценка за контрольную работу № 1.

	тельности.	
Раздел 2. Синтез наночастиц методами осаждения	Знает: •закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз; •закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; •алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов. Умеет: •формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; •находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; • применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: • методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов; • основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры; • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами; • способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.	
Раздел 3. Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов	Знает: •закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз; •закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; •алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов. Умеет: формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; •находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; • применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов; • основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры; • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами; • способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.	Оценка за контрольную работу № 2.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Синтез наночастиц в жидких средах

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 5,6 / 216. Форма промежуточного контроля: 5 семестр – экзамен. 6 семестр - зачет с оценкой. Дисциплина изучается на 3 курсе.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Синтез наночастиц в жидких средах*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области синтеза наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области химических, физических и биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов, понимания общих закономерностей получения таких материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы процесса кристаллизации в жидких средах

Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов. Физические, химические, биологические и комбинированные методы. Особенности получения нуль- одно-, дву- и трехмерных наноматериалов. Стадии процесса кристаллизации - образование центров нуклеации, рост наночастиц. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Критический зародыш. Основные теории роста кристаллов. Влияние различных параметров системы на скорость зародышеобразования и кинетику роста нанокристаллов. Способы замедления роста для синтеза наночастиц контролируемого размера. Роль процессов Оствальдова созревания и агрегации нанокристаллов в процессах синтеза наночастиц в жидких средах. Стабилизация наночастиц в растворах - электростатическая, адсорбционная, хемосорбционная, стерическая.

Раздел 2. Синтез наночастиц методами осаждения

Основные химические реакции, приводящие к синтезу наночастиц в жидких средах и их контролируемому выделению из растворов. Получение наночастиц золота - метод Туркевича и метод Брasta. Синтез наночастиц серебра, платины, палладия и других благородных металлов. Получение наночастиц несферической формы. Синтез наностержней металлов - роль зародышей кристаллизации и добавок ПАВ. Механизм роста наностержней металлов в жидких средах. Особенности синтеза наночастиц металлов в форме кубов, призм, двенадцатигранников и др. Синтез магнитных наночастиц в полярных и неполярных средах. Стабилизация наночастиц и получение магнитных жидкостей. Основные способы синтеза полупроводниковых наночастиц – контролируемого осаждения, построения кластеров, молекулярных прекурсоров. Основные факторы, влияющие на размер синтезируемых наночастиц полупроводников. Кинетический контроль роста наночастиц полупроводников. Синтез анизотропных наночастиц полупроводников - наностержней, разветвленных структур. Применение методов осаждения для синтеза наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур.

Раздел 3. Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов

Золь-гель метод. Основные стадии процесса. Особенности гидролиза и поликонденсации в щелочной и кислой среде. Гелеобразование и синерезис. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей. Влияние состава реакционной среды и условий протекания процесса на морфологию синтезируемого наноматериала. Получение золь-гель методом наноматериалов на основе оксидов кремния и титана. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях. Классификация методов синтеза наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях. Роль сверхкритической жидкости при синтезе - растворитель, соразтворитель, анти-растворитель, растворенное вещество, реакционная среда. Схемы основных методов. Использование сверхкритической воды и диоксида углерода для получения наночастиц. Варианты гидро- и сольвотермального синтеза - получение наночастиц при протекании физических и химических процессов. Основные параметры, влияющие на морфологию синтезируемых наноматериалов. Периодический и непрерывный способы организации гидро- и сольвотермального синтеза. Виды автоклавов, используемых для синтеза наночастиц. Гидро- и сольвотермальный синтез наночастиц металлов, оксидов металлов, полупроводников. Синтез наночастиц при физическом воздействии на

реакционную среду. Особенности синтеза наночастиц при микроволновом нагреве. Гидротермальный синтез с микроволновым нагревом. Синтез наночастиц при воздействии ультрафиолетового, рентгеновского и радиоактивного излучения. Механизм синтеза наночастиц при действии различных видов излучения. Ультразвуковое воздействие. Синтез наночастиц с аморфной и нанокристаллической структурой. Получение наноматериалов при самоорганизации наночастиц. Самоорганизация под действием капиллярных, гравитационной и центробежной сил, действии электрического и магнитного поля. Матричная самоорганизация. Формирование плоских и объемных структур. Формирование сверхрешеток, упорядоченных ансамблей бинарных наночастиц. Биомиметические наноматериалы.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

- классификацию наночастиц и наноматериалов, основанную на мерности объектов, способах получения, свойствах среды проведения синтеза;
- теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на образование зародышей кристаллизации и скорость роста наночастиц;
- закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз;
- закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов;
- алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов.

Уметь:

- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава;
- применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов;
- основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры;
- основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами;
- способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

6. Виды учебной работы и их объем

Вид учебной работы	Семестр 5			Семестр 6		
	Объем			Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,00	108	81,00	3,00	108	81,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	36,00	1,78	64	48,00
Лекции	0,44	16	12,00	0,89	32	24,00
Лабораторные работы	0,44	16	12,00	0,44	16	12,00
Практические занятия	0,44	16	12,00	0,44	16	12,00
Самостоятельная работа	0,67	24	18,00	1,22	44	33,00
Контроль	1,00	36	27,00			
Форма (ы) контроля:	экзамен			зачет с оценкой		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.05. Технология получения перспективных материалов

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Направленность подготовки Химическая технология. Неорганиче-
ский профиль. Наноматериалы.

Квалификация: бакалавр

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Технология получения перспективных наноматериалов» является закрепление, расширение и углубление у обучающихся знаний, умений, навыков и компетенций в изучении, проектировании, разработке, исследовании, модификации технологических процессов производства, обработки и переработки наноматериалов, полуфабрикатов и изделий, подготовке заданий на разработку проектных технологических решений и процессов.

Задачи дисциплины

- формирование и углубление знаний традиционных и новых материалов и методов нанотехнологий, технологических процессов, операций, оборудования;
- формирование умений применять полученные знания к решению практических задач нанотехнологий;
- формирование владений навыками использования традиционных и новых методов нанотехнологий, современных перспективных материалов и методов их обработки.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технология получения перспективных наноматериалов» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования
	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств ПК-2.3 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен знать:

- общие планы исследований и детальные планы отдельных стадий;
- разрабатывать и моделировать энергосберегающие процессы в химии и химической технологии;
- применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов.

уметь:

- выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов;
- систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности;
- определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов;
- применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов.

владеть:

- направлениями развития работ и перспективами практического применения полученных результатов;
- новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов;
- стратегией поиска структурных прототипов.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Общая трудоемкость (з.е./час): 9/324 Контактная работа аудиторная 144 часа, из них: лекций 64 часа, практические занятия 56 часов, лабораторные занятия 24 часа.

Вид учебной работы	Семестр 7			Семестр 8		
	Объем			Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,00	144	108	5	180	135
Контактная работа - аудиторные занятия:	2,22	80	60	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24	0,89	32	24
Лабораторные работы	0,89	32	24	0,67	24	18
Практические занятия	0,44	16	12	0,22	8	6
Самостоятельная работа	1,78	64	48	2,22	80	60
Контроль				1,00	36	27
Форма (ы) контроля:	зачет с оценкой			экзамен		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**6.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
7 семестр						
1.	Раздел 1. Технология «сверху-вниз»	144	32	16	32	64
1.1.	Высокоэнергетическое измельчение	32	6	4	6	16
1.2.	Диспергирование макроскопических частиц в растворах	28	6	4	6	12
1.3.	Механохимический синтез нанокompозитов и наночастиц	26	6	2	6	12
1.4.	Метод разложения	24	6	2	6	10
1.5.	Литография	17	4	2	4	7
1.6.	Лазерная абляция	17	4	2	4	7
8 семестр						
2.	Раздел 2. Технология «снизу-вверх»	180	32	8	24	80
2.1	Растворные методы	27	4	2	6	15
2.2	Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя	29	6	2	6	15
2.3	Метод сжигания	18	6	2		10

2.4	Конденсация из газовой фазы	70	16	2	12	40
	Контроль	36				

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Технология «сверху-вниз»

Механическое дробление. Диспергирование макроскопических частиц в растворах. Механохимический синтез нанокмполитов и наночастиц. Метод разложения. Лазерная абляция.

Раздел 2. Технология «снизу-вверх»

Растворные методы. Методы, основанные на различных вариантах смешения исходных компонентов. Методы химического осаждения (соосаждения) (золь – гель метод, гидротермальный метод, метод комплексонатной гомогенизации, метод замены растворителя, синтез под действием микроволнового излучения, метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе (RTDS). Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя (распылительная сушка, метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов (RESS), криохимический метод). Метод сжигания (глицин-нитратный метод, метод Печини, целлюлозная (тканевая, бумажная) технология, пиролиз полимерно-солевых пленок. Конденсация из газовой фазы. Методы химической конденсации (плазмохимический метод, метод гидролиза в пламени, метод импульсного лазерного испарения). Методы физической конденсации (метод молекулярных пучков, аэрозольный метод, метод криоконденсации, электровзрыв металлических проволок).

СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
	- общие планы исследований и детальные планы отдельных стадий	+	+
	– разрабатывать и моделировать энергосберегающие процессы в химии и химической технологии;	+	+
	– применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов.	+	+
	Уметь:		
	– выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	+	+
	– систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности	+	+
	– определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	+	+
	– применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов	+	+
	Владеть:		
	– направлениями развития работ и перспективами практического применения полученных результатов	+	+
	– новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов	+	+
	– стратегией поиска структурных прототипов	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2
ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборуду-	+	+

устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	дования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования		
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств ПК-2.3 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению учебного материала, изучаемого в дисциплине *«Технологии получения перспективных наноматериалов»*, позволяет освоить методы экспериментальных исследований, технику лабораторных работ.

Лабораторные работы и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	1	Получение наноразмерных порошков или суспензий методом механосинтеза	4
2.	1	Использование ПАВ для предотвращения агломерации	4
3.	1	Изучение влияния поверхностно-активных веществ (ПАВ) на процесс диспергирования	4
4.	1	Получение наносуспензий методами механохимического диспергирования	4
5.	1	Получение гидрозолей берлинской лазури	4
6.	1	Получение зольей методом механического измельчения	4
7.	2	Получение наночастиц серебра методом химического восстановления	4
8.	2	Получение наноразмерных оксидов металлов путем гидролиза и поликонденсации алкоксидов металлов	4
9.	2	Синтез смешанных оксидов путем одновременного осаждения гидроксидов из растворов солей с последующей термообработкой	4
10.	2	Получение зольей методом физической конденсации	4
11.	2	Влияние колебаний резонансной частоты на синтез наночастиц в гетерогенной жидкостной системе	4

8.2. Практические занятия

7 семестр

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Высокоэнергетическое измельчение	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
2	1	Диспергирование макроскопических частиц в растворах	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
3	1	Механохимический синтез нанокompозитов и наночастиц	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
4	1	Метод разложения	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
5	1	Литография	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
6	1	Лазерная абляция	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2

8 семестр

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	2	Растворные методы	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематической семинара.	ПК-1, ПК-2
2	2	Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематической семинара.	ПК-1, ПК-2
3	2	Метод сжигания	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематической семинара.	ПК-1, ПК-2
4	2	Конденсация из газовой фазы	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематической семинара.	ПК-1, ПК-2

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные техно-

логии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направленные на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформления отчета, своевременность сдачи.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвиди-

рована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;

3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 8 лабораторных работ, указанных в «маршрутном» листе. Маршрутный лист составляет лектор потока. Маршрутный лист выдается студенту за неделю до начала лабораторного практикума.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструкции по технике безопасности.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, схему установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал (в качестве лабораторного журнала студент использует общую тетрадь) или не подготовлен протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия, как правило, допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

7. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они выполняются с использованием компьютера; графики вклеиваются в лабораторный журнал. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов.

В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

- а) что и каким методом измерялось,
 - б) при каких условиях;
 - б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями; анализ результатов и погрешностей.
8. Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:
- а) результатов работы,
 - б) достоверности расчетов и их соответствия измерениям,
 - в) правильности построения графиков,
 - г) оформления работы и выводов.

Выполненная работа отмечается в журнале студента подписью преподавателя и проставкой даты. Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты. После выполнения и защиты всех лабораторных работ преподаватель в журнале студента делает запись: «Все лабораторные работы, предусмотренные маршрутным листом, выполнены и защищены», ставит подпись и дату.

9. Журнал преподавателя хранится у лаборанта той лаборатории, в которой эта работа выполняется. Правила ведения журнала преподавателя.

1. В графе журнала учета выполненных студентами лабораторных работ делается отметка о выполнении. Если работа «защищена», делается отметка о защите с указанием даты.
2. В случае отсутствия студента на лабораторном занятии в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ пишется «нб».
3. Около работы, пропущенной по уважительной причине (допуск из деканата), пишется «ув».

Правила работы преподавателей в лаборатории в зачетную неделю

1. К выполнению работ допускаются студенты, которым лектор или ведущий преподаватель предоставил допуск.
 2. Дежурный преподаватель делает отметку о выполнении лабораторной работы в журнале студента и в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ.
- С согласия ведущего преподавателя студент может защитить работу дежурному преподавателю, проводившему занятия. Студент, не успевший выполнить работу на занятии, приглашается для ее выполнения повторно.
3. Лабораторные работы, выполненные в течение семестра, принимает тот преподаватель, который проводил занятия с группой в течение семестра. В случае отсутствия по уважительной причине этого преподавателя на зачетной неделе, зачет по лаборатории принимает лектор. При отсутствии лектора – зав. кафедрой.
 4. Во время проведения лабораторных работ учебно-вспомогательный персонал лаборатории работает под руководством ведущих занятий преподавателей и зав. лабораториями.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса РРС. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 10 работ в двух семестрах (если специально не оговорено) лабораторных работ, указанных в «маршрутном» листе. График работ студент получает за неделю до начала лабораторного практикума.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеки и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента. Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) в журнале (в качестве журнала используется общая тетрадь) имеется описание текущей лабораторной работы: название работы, теоретическое введение, схема установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

в) отсутствует белый халат.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублирском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

8. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они выполняются с использованием компьютера; графики вклеиваются в лабораторный журнал. При оформлении работы необходимо выделять страницы для расчетов. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и физических констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов. В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

а) что и каким методом измерялось,

б) при каких условиях;

б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями; анализ результатов и погрешностей.

Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

а) результатов работы,

- б) достоверности расчетов и их соответствия измерениям,
- в) правильности построения графиков,
- г) оформления работы и выводов.

Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.05.2026 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 365 с.
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431 с.

б) дополнительная литература

1. Шабанова Н. А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 328 с.
2. Генералов М.Б. Основные процессы криохимической нанотехнологии. Теория и методы расчета: учебное пособие, СПб.: Профессия, 2010, 348 с.
3. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010, 152 с.
6. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, Т. 1, 124 с., Т. 2, 148 с.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал «Коллоидный журнал», ISSN 0023-2912
5. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
6. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
7. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
8. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
9. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
10. Сайт кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева <http://nano.muctr.ru/> Презентации к лекциям

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).

- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Синтез наночастиц в жидких средах» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470 Принтер лазерный, Сканер	приспособлено
Лаборатория физико-химического анализа 473 (строение 13)	Установка для определения давления насыщенного пара жидкости; весы аналитические, весы технические. Эбулиоскоп, криоскоп, рефрактометр, термометр Бекмана, насос Камовского, барометр, компьютер/ноутбук, датчик для измерения температуры, фотоколориметр, спектрофотометр	приспособлено
Лаборатория кинетики 471 (строение 13)	Установки для исследования кинетики реакций в растворах и в твердой фазе, поляриметр, катетометр, водяная баня, термостат.	приспособлено
Лаборатория электрохимии 479 (строение 13)	Кондуктометр, pH-метр- милливольтметр, генератор низкочастотных сигналов, магазин сопротивлений, осциллограф, потенциометр, компьютер, датчик для измерения температуры	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 Гб ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)

Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\)](#) -

EMDEPT - DreamSpark Premium <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)

<http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRav.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Технология «сверху-вниз»	знает: – общие планы исследований и детальные планы отдельных стадий; – разрабатывать и моделировать энергосберегающие процессы в химии и химической технологии; – применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов. умеет: – выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов; – систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности; – определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов; – применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов. владеет: – направлениями развития работ и перспективами практического применения полученных результатов; – новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов; – стратегией поиска структурных прототипов. знает: – общие планы исследований и детальные планы отдельных стадий; – разрабатывать и моделировать энергосберегающие процессы в химии и химической технологии; – применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов. умеет: – выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов; – систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности; – определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов; – применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов. владеет: – направлениями развития работ и перспективами практического применения полученных результатов; – новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов; – стратегией поиска структурных прототипов.	Оценка за контрольную работу № 1.
Раздел 2. Технология «снизу-вверх»	знает: – общие планы исследований и детальные планы отдельных стадий; – разрабатывать и моделировать энергосберегающие процессы в химии и химической технологии; – применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов. умеет: – выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов; – систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности; – определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов; – применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов. владеет: – направлениями развития работ и перспективами практического применения полученных результатов; – новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов; – стратегией поиска структурных прототипов.	Оценка за контрольную работу № 2. Сдача экзамена

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Технология получения перспективных материалов

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 7,8 / 324. Форма промежуточного контроля: 7 семестр – зачет с оценкой. 8 семестр. Дисциплина изучается на 4 курсе.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология получения перспективных материалов» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью дисциплины является закрепление, расширение и углубление у обучающихся знаний, умений, навыков и компетенций в изучении, проектировании, разработке, исследовании, модификации технологических процессов производства, обработки и переработки наноматериалов, полуфабрикатов и изделий, подготовке заданий на разработку проектных технологических решений и процессов.

Задачи дисциплины

- формирование и углубление знаний традиционных и новых материалов и методов нанотехнологий, технологических процессов, операций, оборудования;
- формирование умений применять полученные знания к решению практических задач нанотехнологий;
- формирование владений навыками использования традиционных и новых методов нанотехнологий, современных перспективных материалов и методов их обработки.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Технология «сверху-вниз»

Механическое дробление. Диспергирование макроскопических частиц в растворах. Механохимический синтез нанокompозитов и наночастиц. Метод разложения. Лазерная абляция.

Раздел 2. Технология «снизу-вверх»

Растворные методы. Методы, основанные на различных вариантах смешения исходных компонентов. Методы химического осаждения (соосаждения) (золь – гель метод, гидротермальный метод, метод комплексоной гомогенизации, метод замены растворителя, синтез под действием микроволнового излучения, метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе (RTDS). Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя (распылительная сушка, метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов (RESS), криохимический метод). Метод сжигания (глицин-нитратный метод, метод Печини, целлюлозная (тканевая, бумажная) технология, пиролиз полимерно-солевых пленок. Конденсация из газовой фазы. Методы химической конденсации (плазмохимический метод, метод гидролиза в пламени, метод импульсного лазерного испарения). Методы физической конденсации (метод молекулярных пучков, аэрозольный метод, метод криоконденсации, электровзрыв металлических проволок).

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

знать:

- общие планы исследований и детальные планы отдельных стадий;
- разрабатывать и моделировать энергосберегающие процессы в химии и химической технологии;
- применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов.

уметь:

- выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов;
- систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности;

- определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов;
- применять на практике принципы рационального создания функциональных наноматериалов.

владеть:

- направлениями развития работ и перспективами практического применения полученных результатов;
- новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов;
- стратегией поиска структурных прототипов.

6. Виды учебной работы и их объем

Общая трудоемкость (з.е./час): 9/324 Контактная работа аудиторная 144 часа, из них: лекций 64 часа, практические занятия 56 часов, лабораторные занятия 24 часа.

Вид учебной работы	Семестр 7			Семестр 8		
	Объем			Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4,00	144	108	5	180	135
Контактная работа - аудиторные занятия:	2,22	80	60	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24	0,89	32	24
Лабораторные работы	0,89	32	24	0,67	24	18
Практические занятия	0,44	16	12	0,22	8	6
Самостоятельная работа	1,78	64	48	2,22	80	60
Контроль				1,00	36	27
Форма (ы) контроля:	зачет с оценкой			экзамен		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Новомосковского института
РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин
_____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Курсовая работа по модулю Наноматериалы

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы:
Неорганический профиль. Модуль по выбору. Наноматериалы

Квалификация: Бакалавр.

Форма обучения - очная

Новомосковск
2026

Разработчик:

Зав. кафедрой «Фундаментальная химия»
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,
д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Фундаментальная химия»

Протокол № _____ от _____ 2026 г
Зав. кафедрой: д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

Эксперт:

Директор по науке
ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР»
к.х.н., доцент

Н.А. Макрушин

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с деканом Химико-технологического факультета

Декан факультета: к.х.н., доцент

Е.И. Костылева

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

«__» _____ 2026 г

Аннотация рабочей программы курсовой работы приведена в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке рабочей программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы курсовой работы (далее – программы) составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в действующей редакции);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн);

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положение об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа Курсовой работы по модулю наноматериалы (далее – курсовая работа) может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью освоения курсовой работы является закрепление и углубление теоретических знаний по физикохимии и технологии наноматериалов, возможности применения знаний в практической деятельности, закрепление навыков самостоятельного проведения научных исследований, анализа литературных данных и решения практических задач.

Задачи курсовой работы:

- формирование понимания физикохимии и технологии наноматериалов как теоретического фундамента современной химии;
- раскрытие смысла основных фундаментальных законов, обучение применению этих законов в профессиональной деятельности выпускника,
- получение практических навыков по физикохимии и технологии наноматериалов, необходимых для профессиональной деятельности выпускника.

3. МЕСТО КУРСОВОЙ РАБОТЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Курсовая работа относится к блоку Б1.В, К.М. Комплексные модули.

Курсовая работа базируется на дисциплинах: Математика, Физика, Неорганическая химия, Аналитическая химия, Органическая химия, Основы нанохимии, Физическая химия, Коллоидная химия,

Квантовая химия, Современные проблемы нанотехнологий, Теоретические основы нанотехнологий, Синтез наночастиц в жидких средах, Технологии получения перспективных наноматериалов, Искусственный интеллект в химической технологии, Математические методы в химической технологии и является основой для подготовки выпускной квалификационной работы.

4. Формируемые компетенции (их части) и индикаторы достижения

Выполнение курсовой работы направлено на формирование следующих компетенций:

– профессиональные компетенции и индикаторы их достижения (ПК) ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

Тип задач профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
технологический, научно-исследовательский	ПК-2. Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции ПК-2.2. Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств ПК-2.3. Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса ПК-2.4. Способен проводить анализ материалов на стадиях входного, текущего технологического и заключительного контроля и осуществлять оценку получаемых результатов
	ПК-3. Способен использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, промышленной безопасности и нормы охраны труда, измерять физические, химические факторы и факторы трудового процесса на рабочих местах	ПК-3.1. Способен использовать нормативные документы по вопросам охраны труда, промышленной безопасности, промышленной санитарии, пожарной и электробезопасности ПК-3.2. Способен измерять параметры производственного микроклимата и оценивать уровни запыленности и загазованности, шума, вибрации, освещенности рабочих мест, тяжести и напряженности трудового процесса ПК-3.3. Способен оказывать первую доврачебную помощь пострадавшим при авариях и чрезвычайных ситуациях, эффективно использовать средства защиты от негативных воздействий, проводить качественный и количественный анализ и оценивание риска
	ПК-4. Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1. Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования ПК-4.2. Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности ПК-4.3. Соблюдает основные требования информационной безопасности при решении профессиональных и прикладных задач

4.1. Результаты обучения, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций.

Знать:

- закономерности процессов, протекающих при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз;
- способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;
- алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов.
- современные научные достижения и перспективные направления работ в области свойств и способов получения наночастиц и наноматериалов;

Уметь:

- определять эффективные методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.
- находить литературные источники, базы данных и программные продукты по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава;
- выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов;
- систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности;

Владеть:

- понятийно-терминологическим аппаратом нанотехнологий и наноматериалов;
- безопасными методами работы в физико-химической лаборатории; средствами индивидуальной защиты, противопожарными средствами;
- критическим анализом и оценкой современных научных достижений, выявлением проблем и формулированием подходов к решению исследовательских и технологических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.
- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии наноматериалов;
- основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры;
- новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов;
- разработкой новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов на их основе.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

5.1. Объем курсовой работы и виды учебной работы

Общая трудоемкость курсовой работы (КР) составляет 72 час или 2 зачетных единиц (з.е.). 1 з.е. равна 27 астрономическим часам или 36 академическим часам.

Таблица 1. Виды учебной работы и объем курсовой работы

Вид учебной работы	Всего час.	час
		Семестр 8
Контактная работа	16	16
практические занятия	16	16
Самостоятельная работа (всего)	20	20
подготовка литературного обзора	4	4
выполнение индивидуального задания	16	16
Контроль (подготовка и защита отчета) / час	КР / 36	КР / 36
Общая трудоемкость	час.	72
	з.е.	2

5.2. Содержание курсовой работы

Курсовая работа по модулю Наноматериалы может быть разного типа: расчетно-аналитической, экспериментальной, технологической с экспериментальной частью.

Например, курсовая работа по химической технологии на тему «Разработка технологической схемы получения наноразмерного оксида цинка золь-гель методом производительностью 1 кг/сутки» может состоять из введения, литературного обзора, включающего патентную проработку темы, экспериментальной части, аттестации полученного материала.

Во введении следует кратко отразить свойства объемного и наноразмерного оксида цинка, его востребованность потребителями, причины, сдерживающие его коммерческое применение. Поэтому разработка и проектирование эффективной, энергосберегающей и масштабируемой технологической схемы синтеза наноразмерного оксида цинка является актуальной научно-технической задачей для химической технологии.

В завершении вводной части привести цель и задачи курсовой работы.

Поскольку тема определена, то целью КР является - разработка периодической технологической схемы получения наноразмерного оксида цинка (ZnO) золь-гель методом производительностью 1 кг/сутки. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести патентно-информационный поиск и анализ существующих методов синтеза наноструктурированного ZnO, обосновать выбор золь-гель метода и сырьевых компонентов (прекурсоров, растворителей, катализаторов), описать физико-химические основы и стадии технологического процесса, выполнить расчет материального баланса производства из расчета 1 кг готового продукта в сутки, подобрать основное технологическое оборудование и определить методы аналитического контроля целевого продукта.

В литературном обзоре необходимо провести анализ существующих методов синтеза наноструктурированного ZnO (преимущества и недостатки), обосновать выбор золь-гель метода и сырьевых компонентов, описать физико-химические основы и стадии технологического процесса. Провести патентный поиск и анализ патентных решений по золь-гель синтезу ZnO.

В разделе 1. Физико-химические основы золь-гель процесса обосновать выбор прекурсора. Если в качестве прекурсора выбран дигидрат ацетата цинка, золь-гель синтез наноразмерного оксида цинка проводится в среде этанола в присутствии гидроксида натрия представляет собой многостадийный упорядоченный процесс. Переход от истинного раствора прекурсора к кристаллическому оксиду протекает через последовательное протекание реакций сольватации, гидролиза (олации) и поликонденсации (оксоляции). Далее детально описать механизмы всех стадий.

В разделе 2. Описание технологической схемы указываются стадии получения наноструктурированного оксида цинка.

1. Приготовление рабочего раствора: растворение прекурсора в спирте или воде, введение катализаторов (кислот/щелочей) и ПАВ.
2. Гелеобразование (созревание): перевод золя в трехмерный гелевый каркас.
3. Разделение фаз и сушка: удаление растворителя (получение ксерогеля при обычной сушке или аэрогеля при сверхкритической сушке).
4. Термообработка: прокаливание ксерогеля при заданных температурах

Необходимо описание спецификации основного оборудования. Учитывая малую производительность (1 кг/сутки), процесс реализуют по периодической технологической схеме на базе лабораторно-пилотных установок химического синтеза. Потребуется реактор-смеситель из боросиликатного стекла объемом 100 литров с рубашкой охлаждения, якорной мешалкой и нижним сливом, лабораторный вакуумный нутч-фильтр со стеклянным или фторопластовым корпусом объемом 50 литров, вакуумный сушильный шкаф, высокотемпературная печь камерного типа.

В разделе 3. - Расчетно-технологическом приводят расчет определения необходимых объемов прекурсора, растворителя (спирта), деионизированной воды и катализатора. Материальный баланс: составление сводной таблицы «Приход-Расход» с учетом потерь спирта при сушке и выгорания органики при прокаливании.

В разделе 4. Аналитический контроль и безопасность представлены контроль стадий: мониторинг вязкости на стадии «золь-гель», температурный контроль прокаливания (ТГ/ДТА) и

аттестация наночастиц: определение удельной площади поверхности метода БЭТ, размера кристаллитов по формуле Селякова-Шеррера (РФА) и морфологии частиц (электронная микроскопия).

5.5. Практические занятия

Практические занятия по курсовой работе предусмотрены учебным планом в объеме 16 час, в 8-м семестре. Это время должно использоваться обучающимся для выполнения индивидуального задания курсовой работы, обсуждения результатов и обсуждения с преподавателем выполненной части курсовой работы. Студенты, используя средства ИТ, в том числе инструменты искусственного интеллекта, привлекая (при необходимости) данные из справочников, сети Интернет, осуществляют решение выданных им индивидуальных заданий. Преподаватель при этом просматривает ход выполнения заданий каждым обучающимся, оказывает консультативную индивидуальную помощь при затруднениях.

5.7. Соответствие содержания курсовой работы требованиям к результатам освоения курсовой работы

№	<i>В результате выполнения курсовой работы студент должен:</i>	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
	– закономерности процессов, протекающих при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз;	+	+	+	+
	– способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;	+	+	+	+
	– алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов.	+	+	+	+
	– современные научные достижения и перспективные направления работ в области свойств и способов получения наночастиц и наноматериалов;	+	+	+	+
	Уметь:				
	– определять эффективные методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;	+	+	+	+
	– применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.				
	– находить литературные источники, базы данных и программные продукты по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава;	+	+	+	+
	– выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов;	+	+	+	+
	– систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности;				
	Владеть:				
	– понятийно-терминологическим аппаратом нанотехнологий и наноматериалов;	+	+	+	+
	– безопасными методами работы в физико-химической лаборатории; средствами индивидуальной защиты, противопожарными средствами;	+	+	+	+
	– критическим анализом и оценкой современных научных достижений, выявлением проблем и формулированием подходов к решению исследовательских и технологических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.	+	+	+	+
	– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии наноматериалов;	+	+	+	+
	– основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры;				

–	новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов;	+	+	+	+
–	разработкой новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов на их основе.	+	+	+	+

5.8. Выполнение курсовой работы

Курсовая работа выполняется в 8-м семестре. Выполнение курсовой работы является заключительным этапом изучения обучающимся учебных дисциплин и практической подготовки по комплексному модулю К.М.-03 Нанотехнологии. Выполнение курсовой работы должно способствовать решению следующих задач ОПОП:

- сконцентрировать внимание на узловых знаниях изучаемых дисциплин с целью их углубления, закрепления и систематизации;
- формировать навыки творческого самостоятельного применения этих знаний для решения конкретных задач, подготовить студентов к решению более сложной задачи - выполнению выпускной квалификационной работы;
- формировать навыки работы со справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами, нормативной документацией, использовать инструменты ИИ и компьютерные технологии;
- научить правильно оформлять документацию;
- формировать навыки публичного выступления и умения аргументировано защищать результаты работы;
- формировать готовность и способность к постоянному самообразованию, активизировать развитие творческих способностей студентов.

Организация выполнения курсовой работы

Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя (руководителя курсовой работы). Руководитель курсовой работы назначается заведующим кафедрой, как правило, из числа профессорско-преподавательского состава кафедры.

Руководитель работы:

- разрабатывает и выдает студенту задание на курсовую работу;
- совместно с обучающимся разрабатывает поэтапный график работы студента над работой;
- рекомендует студентам необходимую основную литературу, справочные материалы и другие источники по теме работы;
- контролирует и проверяет выполнение курсовой работы (по частям и в целом);
- допускает выполненную работу к защите;
- участвует в комиссии по защите курсовых работ.

Тематика курсовой работы должна быть актуальной, отвечать задачам курсовой работы.

Задание на курсовую работу по трудоемкости должно отвечать времени, отведенному на выполнение работы в учебном плане. Задание на курсовую работу утверждается заведующим кафедрой, подписывается руководителем работы, датируются днём выдачи, после даты выхода приказа с темами курсовых работ.

Темы курсовых работ утверждаются приказом директора (зам. директора по учебной и научной работе) Института.

Этапы выполнения курсовой работы:

Написание первой главы (теоретической) — описание свойств наноструктур и методов их синтеза. Проведение практической части (моделирование, синтез в лаборатории или анализ данных), если работа имеет экспериментальную часть.

Написание второй главы (практической/исследовательской).

Оформление работы по стандарту вуза и проверка в системе «Антиплагиат».

Предварительный нормоконтроль и защита курсовой работы

Текущий контроль

Не менее одного раза в семестр ход выполнения курсовых работ анализируется на заседании кафедры.

Аттестация по курсовой работе

Аттестация по курсовой работе производится в виде ее защиты на заседании комиссии. Состав комиссии (2-3 преподавателя, один из которых - руководитель работы) и порядок её работы определяются распоряжением заведующего кафедрой и доводятся до сведения студентов, руководителей курсовых работ и членов комиссий.

Защита курсовых работ проводится до начала экзаменационной сессии. Курсовая работа допускается к защите при условии законченного оформления, и наличия допуска руководителя, отмеченного на титульном листе пояснительной записки с указанием результата проверки на уровень заимствования.

Защита состоит из доклада студента (до 10 минут), сопровождаемая иллюстрационными материалами, и ответов на вопросы членов комиссии. Вопросы, задаваемые при защите, должны касаться разделов выполненной курсовой работы.

Формой аттестации по курсовой работе является зачет с оценкой. Оценка по курсовой работе должна быть подробно и гласно мотивирована комиссией. Оценка выставляется также на титульном листе пояснительной записки и заверяется подписями всех членов комиссии.

Комиссия обсуждает результаты защиты, при этом учитываются качество пояснительной записки, качество презентации, качество доклада и правильность ответов на вопросы, и выставляет оценку в традиционной шкале («отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно»).

Критериями оценки курсовой работы являются:

- творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах;
- соблюдение всех требований к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения
- правильность ответов студента на вопросы преподавателя,
- уровень самостоятельности выполнения.

Качество пояснительной записки оценивается следующими критериями.

Если пояснительная записка (ПЗ) полностью отвечает требованиям к ПЗ, причем все разделы изложены подробно и последовательно, в списке использованных источников их не менее 50, имеются свежие ссылки (не менее 1/3 за последние 5 лет), заключение написано грамотно и ПЗ оформлена аккуратно, выставляется оценка «отлично».

Если ПЗ полностью отвечает требованиям к ПЗ, причем все разделы изложены достаточно подробно и последовательно, заключение написано достаточно грамотно и ПЗ оформлена достаточно аккуратно, выставляется оценка «хорошо».

Если ПЗ в основном отвечает требованиям к ПЗ, причем все разделы изложены, заключение написано вполне понятно и ПЗ оформлена, выставляется оценка «удовлетворительно».

Если ПЗ отвечает не в полной мере требованиям к ПЗ, разделы представлены недостаточно, заключение написано не ясно, выставляется оценка «неудовлетворительно».

Качество презентации оценивается по следующим критериям.

Если из презентации хорошо видно цель и задачи, основная часть ПЗ хорошо иллюстрирована, при этом обучающийся проявил элементы творчества, выводы легко читаются, то выставляется оценка «отлично».

Если из презентации хорошо видно цель и задачи, основная часть ПЗ хорошо иллюстрирована, выводы читаются, то выставляется оценка «хорошо».

Если из презентации видно цель и задачи, основная часть ПЗ достаточно иллюстрирована, выводы в общем понятны, то выставляется оценка «удовлетворительно».

Если из презентации плохо просматривается цель и задачи, основная часть ПЗ недостаточно иллюстрирована, выводы воспринимаются с трудом, то выставляется оценка «неудовлетворительно».

Качество ответов на вопросы оценивается по следующим критериям.

Если студент правильно ответил на все заданные ему вопросы, то выставляется оценка «отлично».

Если студент в основном правильно, но не всегда полно, ответил на все заданные ему вопросы, то выставляется оценка «хорошо».

Если студент испытывал затруднения при ответах на вопросы, но отвечал, на «наводящие» вопросы, хотя бы фрагментарно, то выставляется оценка «удовлетворительно».

Если студент не ответил на 3/4 заданных ему вопросов, то выставляется оценка «неудовлетворительно».

Общая оценка определяется простым усреднением оценок по указанным составляющим, причем каждая составляющая при усреднении имеет равную долю.

При недопуске обучающегося к защите или получении неудовлетворительной оценки повторная аттестация проводится в соответствии с требованиями локального нормативного акта Института.

Примерная тематика курсовой работы

Темы могут варьироваться от фундаментальных до прикладных:

1. Получение супергидрофобного материала на основе соли лантаноида.
2. Межфазный синтез материала.
3. Синтез оксида цинка с частицами наноразмерного диапазона.
4. Методы синтеза и свойства углеродных нанотрубок (или графена).
5. Наноматериалы в современной микроэлектронике.
6. Использование наночастиц металлов в катализе или медицине.
7. Технологии получения нанокomпозиционных материалов.
8. Исследование магнитных свойств наноматериалов
9. Исследование оптических свойств наноматериалов
10. Синтез квантовых точек халькогенида металла.
11. Получение наноматериалов золь-гель методом.
12. Синтез магнитных наночастиц.

После получения задания на курсовую работу (1-е занятие практического типа в 8-м семестре), студент разрабатывает детальный план выполнения курсовой работы, в который включается подготовка литературного обзора, методик эксперимента, план эксперимента, обработка результатов, оценка погрешностей, подготовка пояснительной записки, доклада и презентации. После утверждения плана преподавателем (руководителем курсовой работы) следует ее выполнение в соответствии с расписанием учебных занятий. Текущий контроль хода выполнения курсовой работы осуществляется на каждом практическом занятии преподавателем (руководителем курсовой работы). Роль преподавателя сводится к управлению процессом выполнения курсовой работы, путем оказания консультативной помощи, снятия затруднений, возникающих при поэтапном выполнении курсовой работы.

Если обучающийся работает на предприятии или в организации, связанной с производством наноматериала или нанотехнологиями, тема его курсовой работы может быть определена зав. кафедрой ФХ по согласованию с работодателем, при этом работодателем должен быть назначен руководитель курсовой работы от предприятия (организации), а зав. кафедрой ФХ – руководитель курсовой работы от НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева. В индивидуальном задании и на титульном листе отчета о выполнении курсовой работы должна быть подпись руководителя курсовой работы от предприятия, скрепленная печатью.

5.9. Самостоятельная работа

Подготовка к практическим занятиям состоит в изучении теоретического введения, подготовке литературного обзора и патентная проработка темы, составления плана эксперимента. Три четверти выделенного на самостоятельную работу времени должно использоваться обучающимся для выполнения индивидуального задания курсовой работы. Студенты могут использовать средства ИТ, в том числе инструменты искусственного интеллекта, привлекая (при необходимости) данные из справочников, сети Интернет.

Оформление пояснительной записки (отчета) по курсовой работе

Требования к пояснительной записке

1. Объем пояснительной записки (основной текст) – не менее 30 страниц (Times New Roman, шрифт 13 пт., через 1,5 интервала, абзацный отступ 1 см). Таблицы, схемы, рисунки, чертежи можно поместить в приложение.
2. Пояснительная записка включает:
 - титульный лист;
 - реферат,
 - содержание;
 - введение;

основную часть: (литературный обзор, методическая часть, результаты и их обсуждение, выводы; список использованных источников; приложения (при необходимости).

При оформлении реферата следует выполнять требования ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

3. Пояснительная записка (отчет) должна быть напечатана на стандартных листах писчей бумаги формата А4 с соблюдением следующих требований:
 - поля: левое – 30 мм, правое – 20 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
 - шрифт размером 12 пт, гарнитурой Times New Roman;
 - межстрочный интервал – полуторный;
 - отступ красной строки – 1,25;
 - выравнивание текста – по ширине.
4. Иллюстрационный материал следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. На все иллюстрации должны быть ссылки в работе. Иллюстрации (графики, схемы, документы, рисунки, снимки) должны быть пронумерованы и иметь названия под иллюстрацией. Нумерация иллюстраций должна быть сквозной по всему тексту работы.
5. Таблицы в работе располагаются непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Нумерация таблиц должна быть сквозной по всему тексту курсовой работы. Порядковый номер таблицы проставляется в правом верхнем углу над ее названием после слова «Таблица». Заголовок таблицы размещается над таблицей и выравнивается по центру строки, точка в конце заголовка не ставится.
6. Формулы приводятся сначала в буквенном выражении, затем дается расшифровка входящих в них обозначений величин, в той же последовательности, в которой они даны в формуле с указанием размерности. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Уравнения и формулы нумеруются в круглых скобках справа от формулы. Нумерация уравнений и формул должна быть сквозной по всему тексту работы.
7. Цитирование различных источников в работе оформляется ссылкой на данный источник указанием его порядкового номера в библиографическом списке в квадратных скобках после цитаты. В необходимых случаях в скобках указываются страницы. Возможны и постраничные ссылки.
8. При сокращении слов и выражений, выполняются следующие правила: так в словах «век», «год» оставляют лишь первые буквы «в», «г», а известные словосочетания пишут сокращенно. Например, «и т.д.» (и так далее), «и т.п.» (и тому подобное), «и др.» (и другое), «т.е.» (то есть), «и пр.» (и прочее), «в.в.» (века), «г.г.» (годы).
9. При ссылках на источники обычно употребляют такие сокращения, как «см.» (смотри), «ср.» (сравни).
10. Допустимо использование только принятой в учебной литературе по физической химии аббревиатуры. Например, «электродвижущая сила» (ЭДС). Приложение оформляется как продолжение работы. Каждое приложение начинается с новой страницы и имеет заголовок с указанием сверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения (арабскими цифрами).
11. Все листы работы и приложений аккуратно подшиваются (брошюруются) в папку. Страницы работы, включая приложения, нумеруются арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации. Порядковый номер страницы размещают по правому краю верхнего поля страницы.
12. Обязательным элементом работы является титульный лист. Титульный лист включается в общую нумерацию. Номер страницы на нем не ставится.
13. Титульный лист должен иметь следующую информацию:
 - Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
 - Новомосковский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»,
 - Кафедра «Фундаментальная химия»;
 - Слово «Утверждаю», фамилия и инициалы зав. кафедрой ФХ, ученая степень и/или ученое звание;
 - Отчет по курсовой работе
Тема индивидуального задания
 - фамилия, И.О. студента;
 - код учебной группы;
 - фамилия и инициалы преподавателя, ведущего практические занятия, ученая степень и/или ученое звание;
 - Новомосковск;

- год написания работы.

Работа, представляемая к защите, должна быть подписана всеми поименованными лицами.

Контроль самостоятельной работы обучающегося

1. При выполнении курсовой работы на каждом практическом занятии проводится проверка подготовки литературного обзора и патентного поиска, анализа патентных решений, выполнения студентом обработки результатов экспериментов, выполненных на предыдущем (их) занятии (ях).

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы курсовой работы используются традиционные образовательные и инновационные технологии: проведение практических занятий, постановка физико-химического эксперимента, получение экспериментальных данных, их обработка, обсуждение с преподавателем и другими студентами результатов работы.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование следующих активных и/или интерактивных форм: разбор конкретных ситуаций, обсуждение результатов эксперимента, обсуждение результатов индивидуальных заданий, обсуждение вопросов теории и др.

При опросе преподаватель вызывает в контакте со студентами проявлять активность и отвечать на задаваемые им вопросы. При этом он сам поясняет ответы, дает развернутые объяснения, добиваясь понимания наиболее всего рассматриваемого материала.

Разбор конкретных ситуаций – это обсуждение со студентами постановки задачи и ее возможных путей решения. При этом важно пояснить, какой метод решения задачи предпочтителен и почему. В каком случае величина погрешности будет минимальной.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

7.1. Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения курсовой работы

Оценивание результатов обучения в виде знаний

Для оценивания результатов обучения в виде знаний текущий контроль организуется в формах:
– устного индивидуального опроса.

Для оценивания устного опроса используются следующие критерии

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, применяет их в новой ситуации.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, по отдельным темам (не более 33% от общего количества), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Оценивание результатов обучения в виде умений и навыков

Результаты обучения в виде умений и навыков (владений) в ходе освоения курсовой работы проверяются на практических занятиях. Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков (владений) текущий контроль организуется в формах:

- проверки письменных заданий (обработка результатов экспериментов).
- проверки подготовки необходимых данных для расчетов материального баланса;
- проверки правильности прогнозирования влияния фактора на физико-химические процессы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие критерии

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности, имеет навыки расчетов.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Оценивание личностных качеств обучающегося

Количественная оценка личностных качеств студента не производится, качественная учитывается при промежуточной аттестации путем учета личностных качеств обучающегося в период выполнения и защиты курсовой работы.

7.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в 8 семестре в форме защиты курсовой работы.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося фиксируются в электронной информационно-образовательной среде в соответствии с требованиями локального нормативного акта.

Система оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Описание показателей и критериев оценивания сформированности компетенции (части компетенции) по курсовой работе

Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Код компетенции и индикатора достижения компетенции	Формирование	Сформированность	Результатам освоения курсовой работы
ПК-2.1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции ПК-2.2. Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств ПК-2.3. Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса ПК-2.4. Способен проводить анализ материалов на стадиях входного, текущего технологического и заключительного контроля и осуществлять оценку получаемых результатов	знаний	знаний (полнота, глубина, осознанность)	Знать: – закономерности процессов, протекающих при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз; – способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов; – алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов. – современные научные достижения и перспективные направления работ в области свойств и способов получения наночастиц и наноматериалов; –
	умений	умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	Уметь: – определять эффективные методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; – применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. – находить литературные источники, базы данных и программные продукты по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; – выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов; – систематизировать информацию, полученную в

ПК-3.1. Способен использовать нормативные документы по вопросам охраны труда, промышленной безопасности, промышленной санитарии, пожарной и электробезопасности ПК-3.2. Способен измерять параметры производственного микроклимата и оценивать уровни запыленности и загазованности, шума, вибрации, освещенности рабочих мест, тяжести и напряженности трудового процесса ПК-3.3. Способен оказывать первую доврачебную помощь пострадавшим при авариях и чрезвычайных ситуациях, эффективно использовать средства защиты от негативных воздействий, проводить качественный и количественный анализ и оценивание риска ПК-4.1. Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчетов и проектирования ПК-4.2. Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности ПК-4.3. Соблюдает основные требования информационной безопасности при решении профессиональных и прикладных задач			ходе научно-исследовательской деятельности; –
	навыков и (или) опыта деятельности	навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)	Владеть: – понятийно-терминологическим аппаратом нанотехнологий и наноматериалов; – безопасными методами работы в физико-химической лаборатории; средствами индивидуальной защиты, противопожарными средствами; – критическим анализом и оценкой современных научных достижений, выявлением проблем и формулированием подходов к решению исследовательских и технологических задач в области нанотехнологии и наноматериалов. – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии наноматериалов; – основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры; – новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов; – разработкой новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов на их основе.

7.4. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине при текущей аттестации

Критерии уровня сформированности компетенций.

Показатели текущего контроля	Уровень сформированности компетенции		
	высокий	пороговый	не сформирована
1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой по дисциплинам модуля. 2. Уровень выполнения заданий, предусмотренных программой. 3. Уровень изложения (культура речи, аргументированность,	Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.	Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: в ходе контрольных мероприятий студент показывает владение	Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений, навыков в соответствии с планируемыми результатами обучения.

уверенность). 4. Уровень использования справочной литературы. 5. Уровень раскрытия причинно-следственных связей. 6. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность. 7. Ответственное отношение к работе, стремление к достижению высоких результатов, готовность к дискуссии	Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.	менее 50% приведенных показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.	

7.8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме КР не требуются. При публичной защите курсовой работы члены комиссии и другие студенты, присутствующие на защите могут задать любой вопрос, касающийся тематики курсовой работы, постановке экспериментов, полученным результатам, описанию технологической схемы, спецификации оборудования, аттестации полученного наноматериала, его свойствам.

Методические рекомендации для преподавателей

Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по курсовому проектированию является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знаний по модулю наноматериалы как теоретической и практической основы нанотехнологий.

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить физическое мышление, выработать физическое мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки о наноматериалах; научить применять принципы и законы для решения технологических задач.
2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения.
3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным – «студент должен усваивать методы самостоятельного познания» (П.П. Блонский). Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.
5. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.
6. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности.
7. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

Методические рекомендации для преподавателей при организации практической подготовки

Освоение студентом практикума – необходимая составная часть работы студента

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструктажа.

Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублирском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

Оформление работы завершается фиксацией результатов.

должны содержаться ответы на следующие вопросы:

- а) что и каким методом измерялось,
- б) при каких условиях;
- в) при возможности использовать фоторегистрацию.

Во время проведения практических занятий учебно-вспомогательный персонал лаборатории работает под руководством ведущих занятий преподавателей и зав. лабораториями. При самостоятельной работе студента по теме курсовой работы по плану, согласованному с руководителем, контроль за правильностью действий студента осуществляет лаборант или зав. лабораториями.

8.2. Методические рекомендации для студентов

Методические рекомендации студентам по подготовке к выполнению курсовой работы

Освоение студентом практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении модуля Наноматериалы.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструктажа.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.
4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время, указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем.

Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

Во время проведения практических занятий учебно-вспомогательный персонал лаборатории работает под руководством ведущих занятий преподавателей и зав. лабораториями. При самостоятельной работе студента по теме курсовой работы по плану, согласованному с руководителем, контроль за правильностью действий студента осуществляет лаборант или зав. лабораториями.

Подготовка к практическим занятиям и самостоятельному выполнению индивидуального задания

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в решаемую задачу,
2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т. е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.
6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений (как, например, расчет равновесного выхода продукта), целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.
7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц. Чтобы облегчить определение порядка вычисляемой величины, полезно представить исходные величины в виде чисел, близких к единице, умноженных на 10 в соответствующей степени (например, вместо 24700 подставить $2,47 \cdot 10^4$, вместо $0,00086$ — число $0,86 \cdot 10^{-4}$ и т. д.).
8. Надо помнить, что числовые значения физических величин всегда являются приближенными. Поэтому при расчетах необходимо руководствоваться правилами действий с приближенными числами. В частности, в полученном значении вычисленной величины нужно сохранить последним тот знак, единица которого превышает погрешность этой величины. Все остальные значащие цифры надо отбросить.
9. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Например, мольная доля не может быть больше 1 , теплота испарения не может быть больше теплоты возгонки, энергия активации больше 400 кДж/моль и т. п.

8.3. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-преподавательский состав пользуется Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение курсовой работы лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Выполняется расчетно-аналитическая курсовая работа в специально оборудованной аудитории на первом этаже административного корпуса или в режиме удаленного доступа.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата),
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств (для слабовидящих);
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика (для глухих и слабослышащих);

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

8.4. Методические рекомендации обучающимся по освоению курсовой работы при использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем курсовой работы и распределение нагрузки по видам работ соответствует указанным в табл. 1 в разделе 5.1.

8.5. Методические рекомендации преподавателям при использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем курсовой работы и распределение нагрузки по видам работ не изменяется.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования в LMS Moodle и проверка домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной курсовой работы) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсовой работы

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения курсовой работы

а) основная литература

1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 365 с.
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431 с.

б) дополнительная литература

1. Шабанова Н. А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 328 с.
2. Генералов М.Б. Основные процессы криохимической нанотехнологии. Теория и методы расчета: учебное пособие, СПб.: Профессия, 2010, 348 с.
3. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010, 152 с.
4. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, Т. 1, 124 с., Т. 2, 148 с.

Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал «Коллоидный журнал», ISSN 0023-2912
5. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
6. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
7. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
8. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
9. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
10. Сайт кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева <http://nano.muctr.ru/> Презентации к лекциям

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

термодинамические Базы данных (ИБТАНтермо),
www.rushim.ru;
www.xumuk.ru;
www.fptl.ru/Chem%20block.html;
www.twirpx.com; www.alhimteh.ru;
www.chemistry-chemists.com
www.chem.msu.ru/rus/handbook/ivtan/welcome.html
www.ihed.ras.ru/cdmrus/lisi.php
www.chem.msu.ru/rus/handbook/redox/welcome.html
www.chem.isu.ru/leos/bases.html
www.chem.msu.ru/rus/tkv/welcome.html

9.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении курсовой работы студенты могут использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 08.06.2019).
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 08.06.2019).

Табл. Характеристика электронных ресурсов

№	Электронный ресурс	Принадлежность, ссылка на сайт ЭБС, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность – сторонняя. ООО «Издательство «Лань». Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей НИ РХТУ с любого компьютера. Договор: ЭБС «Издательство «Лань»	Ресурс включает в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным и техническим наукам.
2	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная. РХТУ им. Д.И. Менделеева Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей НИ РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ.
3	Электронная версия Реферативного журнала «ХИМИЯ» на CD 2004-2007 г.	Принадлежность – НИ РХТУ. Количество ключей - локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Реферативный журнал (РЖ) «Химия», публикует рефераты, аннотации, библиографические описания книг и статей из журналов и сборников, материалов научных конференций.

Использование электронных образовательных ресурсов, размещенных на *специализированном учебном сайте на платформе Moodle*, и сайте кафедры при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям.

9.3 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования приведены в таблице

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (учебное строение № 13, ул. Дружбы 8Б)	Учебные столы, стулья, доска, мел. Число посадочных мест 36. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено для лиц с нарушениями слуха, речи
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (учебное строение № 13, ул. Дружбы 8Б)	Учебные столы, стулья, доска, мел. Число посадочных мест 36. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено для лиц с нарушениями слуха, речи
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся. 484 (учебное строение № 13, ул. Дружбы 8Б)	Учебные столы, стулья, доска, мел. Число посадочных мест 36. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено для лиц с нарушениями слуха, речи
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. 484 (учебное строение № 13, ул. Дружбы 8Б)	Учебные столы, стулья, доска, мел. Число посадочных мест 36. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено для лиц с нарушениями слуха, речи, для лиц с нарушениями зрения (ассистент)
Аудитория для самостоятельной работы студентов. 484 (учебное строение № 13, ул. Дружбы 8Б)	Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт). Экран для проектора Drapen Diplomant. Многофункциональное устройство Samsung 4200.	приспособлено для лиц с нарушениями слуха, речи

	Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный Сканер. Число посадочных мест 36.	
Компьютерный класс (ауд 350, учебное строение № 13, ул. Дружбы 8Б)	Экран для проектора Draper Diplomat; компьютеры - 10 шт. ПК Dell Optiplex 755 (монитор 17"), системный блок, клавиатура, мышь; компьютер преподавателя - 1 шт. Realm MB ASUS AM2 WS Proteus/ Athlon 64*2 6000 + / 4 Gb; проектор - Hitachi CP - X 327 разрешение 1024*768; МФУ (принтер - копир - сканер) FS - 1035 MFP/ DP/ Число посадочных мест 15.	приспособлено для лиц с нарушениями слуха, речи
Аудитория 117 (учебное строение, ул. Дружбы 8А) для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (при необходимости)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Число посадочных мест 32	приспособлено для лиц с нарушениями слуха, речи, для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата,
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (477, учебное строение № 13, ул. Дружбы 8Б)	Учебные столы, шкафы, стулья. Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт). Многофункциональное устройство Samsung 4200.

Программное обеспечение

Программное обеспечение, обеспечивающее возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office (MSWord, MSExcel). Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNULP License), Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>), Internet Explorer (является бесплатным), программе компьютерного тестирования. SanRav(договор).

Подписка MS Windows, MS Access, MS Visual Studio, MS Office 365A1, действует бессрочная лицензия по подписке Azure Dev Toolsfor Teaching. ИД пользователя: 000340011208DF77, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914, ИД учетной записи: Novomoskovsk Institute (branch) of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia".

10. Механизм оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе

Механизм оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе курсовой работы «» детально представлен в разделе 6. Он предусматривает текущий контроль уровня освоения курсовой работы на всех видах занятий, рубежный контроль в виде контрольных работ и тестов и промежуточный контроль. По всем формам контроля приведены критерии оценивания. Критерии оценивания, используемые при промежуточной аттестации, позволяют установить уровень сформированности компетенций и индикаторы достижения компетенций.

Наименование разделов курсовой работы	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценивания
Физико-химические основы золь-гель процесса. Описание	Знает: - закономерности процессов, протекающих при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз; - способы управления свойствами наноматериалов,	Текущий контроль Оценивания уровня знаний: оценивания устного

технологической схемы. Расчетно-технологический Аналитический контроль и безопасность.	модификации наноматериалов; – алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов. – современные научные достижения и перспективные направления работ в области свойств и способов получения наночастиц и наноматериалов; Умеет: – определять эффективные методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; – применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. – находить литературные источники, базы данных и программные продукты по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; – выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов; – систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности; Владеет: – понятийно-терминологическим аппаратом нанотехнологий и наноматериалов; – безопасными методами работы в физико-химической лаборатории; средствами индивидуальной защиты, противопожарными средствами; – критическим анализом и оценкой современных научных Физико-химические основы золь-гель процесса достижений, выявлением проблем и формулированием подходов к решению исследовательских и технологических задач в области нанотехнологии и наноматериалов. – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии наноматериалов; – основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры; – новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов; – разработкой новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов на их основе.	опроса на всех видах занятий, <i>оценивания результатов обучения в виде умений и навыков:</i> – проверка выполнения расчетов, – проверка подготовки необходимых данных для расчета одного или нескольких параметров, определяемых в эксперименте, – проверки правильности прогнозирования влияния фактора на выход продукта, другие результаты эксперимента, – оценивания выполнения индивидуального задания. Промежуточная аттестация – подготовка отчета, доклада и презентации, и устная публичная защита результатов работы перед комиссией.

АННОТАЦИЯ рабочей программы курсовой работы

Курсовая работа по модулю Наноматериалы выполняется на 4 курсе в 8 семестре. **Общая трудоемкость** (з.е. / час) курсовой работы составляет 2/72. Контактная работа - аудиторные занятия 16 час, из них: практические – 16 час, самостоятельная работа 20 час, контроль -36 час. Форма контроля: курсовая работа.

Цель и задачи изучения курсовой работы

Целью освоения курсовой работы является закрепление и углубление теоретических знаний по физикохимии и технологии наноматериалов, возможности применения знаний в практической деятельности, закрепление навыков самостоятельного проведения научных исследований, анализа литературных данных и решения практических задач.

Задачи курсовой работы:

- формирование понимания физикохимии и технологии наноматериалов как теоретического фундамента современной химии;
- раскрытие смысла основных фундаментальных законов, обучение применению этих законов в профессиональной деятельности выпускника,
- получение практических навыков по физикохимии и технологии наноматериалов, необходимых для профессиональной деятельности выпускника.
-

Содержание курсовой работы

В результате освоения курсовой работы по программе бакалавриата обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями: **ПК-2.** Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов с индикаторами: **ПК-2.1.** Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции; **ПК-2.2.** Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств; **ПК-2.3.** Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса; **ПК-2.4.** Способен проводить анализ материалов на стадиях входного, текущего технологического и заключительного контроля и осуществлять оценку получаемых результатов; **ПК-3.** Способен использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, промышленной безопасности и нормы охраны труда, измерять физические, химические факторы и факторы трудового процесса на рабочих местах с индикаторами: **ПК-3.1.** Способен использовать нормативные документы по вопросам охраны труда, промышленной безопасности, промышленной санитарии, пожарной и электробезопасности; **ПК-3.2.** Способен измерять параметры производственного микроклимата и оценивать уровни запыленности и загазованности, шума, вибрации, освещенности рабочих мест, тяжести и напряженности трудового процесса; **ПК-3.3.** Способен оказывать первую доврачебную помощь пострадавшим при авариях и чрезвычайных ситуациях, эффективно использовать средства защиты от негативных воздействий, проводить качественный и количественный анализ и оценивание риска; **ПК-4.** Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области с индикаторами: **ПК-4.1.** Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчетов и проектирования; **ПК-4.2.** Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности; **ПК-4.3.** Соблюдает основные требования информационной безопасности при решении профессиональных и прикладных задач.

Результаты обучения, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Знать:

- закономерности процессов, протекающих при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз;
- способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;
- алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов.
- современные научные достижения и перспективные направления работ в области свойств и способов получения наночастиц и наноматериалов;

Уметь:

- определять эффективные методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;

- применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.
- находить литературные источники, базы данных и программные продукты по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава;
- выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов;
- систематизировать информацию, полученную в ходе научно-исследовательской деятельности;

Владеть:

- понятийно-терминологическим аппаратом нанотехнологий и наноматериалов;
- безопасными методами работы в физико-химической лаборатории; средствами индивидуальной защиты, противопожарными средствами;
- критическим анализом и оценкой современных научных достижений, выявлением проблем и формулированием подходов к решению исследовательских и технологических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.
- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам химической технологии наноматериалов;
- основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры;
- новыми схемами получения потенциальных функциональных наноматериалов;
- разработкой новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов на их основе.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.07. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
**Направленность подготовки Химическая технология. Неорганиче-
ский профиль. Наноматериалы.**

Квалификация: бакалавр

Форма обучения - очная

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области основ компьютерного моделирования химико-технологических процессов.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области - основных подходов к компьютерному моделированию химико-технологических процессов, методов анализа результатов, полученных при компьютерном моделировании реальных процессов химической технологии, использования пакетов моделирующих программ для решения задач проектирования и управления химическими производствами.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина К.М.03.01.07. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в областях химико-технологических процессов и информационных технологий.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-4 Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1 Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования ПК-4.2 Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности
	ПК-5 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.1 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- принципы математического моделирования химико-технологических процессов, методы оптимизации процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;
- методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных.

Уметь:

–применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчёта, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; использовать пакеты прикладных программ;

– применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.

Владеть:

–методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, методами содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов;

– методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.

В процессе изучения дисциплины студенты должны научиться:

- выбирать необходимые методы для получения моделей химико-технологических процессов;
- применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации процессов;
- использовать пакеты прикладных программ для моделирования.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Общая трудоемкость (з.е./час): 5/180 Контактная работа аудиторная 64 часа, из них: лекций 32 часа, практические занятия 32 часа.

Вид учебной работы	Семестр 8		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия	0,89	32	24
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Курсовой проект	1,0	36	27
Контроль	1,0	36	27
Форма (ы) контроля:	экзамен		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практич. занятия	Сам.работа
1.	Раздел 1.	40	16	12	12
1.1	Пакеты математических и моделирующих программ	11	6	3	2
1.2	Принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов	11	4	3	4
1.3	Численные методы компьютерного моделирования	18	6	6	6

2.	Раздел 2.	104	16	20	32
2.1.	Эмпирические модели	12	4	2	6
2.2.	Планирование экспериментов и обработка их результатов	22	6	6	10
2.3	Физико-химические модели	34	6	12	16
2.4	Контроль	36			
3.	Раздел 3.	36			36
3.1	Курсовое проектирование				36
	Всего	180	32	32	80

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Системный анализ химико-технологических процессов (ХТС). Построение систем уравнений математического описания ХТС. Разработка расчетных модулей и моделирующих алгоритмов ХТС. Идентификация математических описаний ХТС. Анализ, оптимизация и синтез ХТС. Пакеты математических и моделирующих программ: Excel, MathCad, MathLab, PRO-II, Aspen plus, HYSYS, ChemCad. Принципы функционирования. Режимы работы. Этапы работы моделирующих программ, основные модули, обеспечивающие их работу.

Анализ погрешностей вычислений. Решение систем конечных уравнений. Системы алгебраических уравнений. Нелинейные уравнения. Системы нелинейных уравнений. Метод Ньютона – Рафсона. Интерполяция и аппроксимация функций. Приближенное дифференцирование и интегрирование. Итерационный метод и метод конечных разностей. Дифференциальные уравнения в частных производных. Метод прогонки. Оптимизация. Глобальный и локальный оптимум. Классические методы оптимизации. Численные методы оптимизации без ограничений. Численные методы оптимизации с ограничениями.

Раздел 2. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики. Обработка результатов измерений одной случайной величины. Выборочный метод. Оценка параметров распределения случайной величины. Определение доверительного интервала для математического ожидания. Проверка статистических гипотез.

Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей. Корреляционный и регрессионный анализ. Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование экспериментов.

Построение моделей. Идентификация математических описаний и оптимизация ХТП. Математические модели движения жидкости в простых гидравлических системах. Математические модели стационарных режимов процессов теплопередачи в поверхностных теплообменниках. Математические модели химических превращений в реакторах. Математическая модель нестационарного режима политропного процесса. Устойчивость тепловых режимов. Математические модели стационарного режима. Математические модели процессов разделения: ректификации и абсорбции.

Раздел 3. Курсовое проектирование. Курсовое проектирование. Создании эффективных систем ректификации с помощью программы моделирования химико-технологических процессов ChemCad.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
	– принципы математического моделирования химико-технологических процессов, методы оптимизации процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; – методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных.	+	+	+
	Уметь:			
	– применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчёта, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; использовать пакеты прикладных программ; – применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.	+	+	+
	Владеть:			
	– методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, методами содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов; – методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
ПК-4 Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1 Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования ПК-4.2 Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности	+	+	+
ПК-5 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.1 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	+	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Основы математического пакета Excel	4	Опрос, выполнение заданий по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4, ПК-5
2	1	Основы математического пакета MathCAD	4	Опрос, выполнение заданий по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4, ПК-5
3	1	Основы математического пакета MathLAB	4	Опрос, выполнение заданий по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4, ПК-5
4	1	Основы модулирующих программ	4	Опрос, выполнение заданий по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4, ПК-5
5	2	Обработка результатов измерений в приложении Excel	4	Опрос, выполнение заданий по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4, ПК-5
6	2	Функции регрессии, численное решение алгебраических уравнений и систем уравнений с помощью пакета MathCAD	4	Опрос, выполнение заданий по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4, ПК-5
7	2	Планирование экспериментов и обработка их результатов в приложении Excel	4	Опрос, выполнение заданий по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4, ПК-5
8	3	Проектный и поверочный расчет ректификационной колонны с помощью пакета ChemCad	4	Опрос, выполнение заданий по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4, ПК-5

8.2. Курсовой проект

Темы курсовых проектов

1. **Оптимизация процесса ректификации этиленгликолей с использованием ChemCad.** Исследование методов определения конструктивных и технологических параметров колонны (число теоретических тарелок, номер тарелки ввода питания, давление верха колонны и др.) с применением специальных функций ChemCad. Анализ экономической эффективности различных режимов работы колонны, включая расчёт затрат на оборудование и энергетические ресурсы.
2. **Применение параметрического анализа для оптимизации ректификационной колонны.** Использование опции Sensitivity Study (SS) в ChemCad для исследования влияния изменения параметров модели на характеристики процесса. Разработка алгоритма автоматизации перебора переменных с помощью внешних управляющих программ (например, на базе Visual Basic или Excel) для поиска оптимальных решений.
3. **Оптимизация структуры схемы ректификации многокомпонентных смесей.** Моделирование процесса разделения трёх- или четырёхкомпонентных смесей с использованием ChemCad. Сравнение различных схем разделения (прямая, непрямая, симметричная последовательность колонн) с целью выбора наиболее энергоэффективного варианта. Применение критериальных уравнений для быстрого сравнения схем.
4. **Оптимизация ректификационной колонны с боковым отбором продукта.** Моделирование колонны с боковым погоном для получения нескольких продуктов одновременно. Определение оптимальных параметров (число тарелок, положение бокового отбора, флегмовое число) с помощью ChemCad. Анализ влияния бокового отбора на качество продуктов и энергозатраты.

5. **Оптимизация работы колонны с внутренними разделительными стенками.** Исследование возможности повышения энергоэффективности процесса ректификации за счёт использования колонн с внутренними перегородками. Моделирование таких колонн в ChemCad и сравнение результатов с традиционными схемами.
6. **Оптимизация параметров ректификационной колонны для разделения нефтехимических продуктов.** Моделирование колонны, используемой при атмосферной перегонке нефти или разделении нефтехимических фракций. Определение оптимального числа тарелок, флегмового числа и других параметров для максимизации выхода целевых продуктов при минимальных энергозатратах.
7. **Оптимизация процесса ректификации с учётом термодинамических свойств смеси.** Выбор подходящих термодинамических моделей (коэффициенты фазового равновесия, энтальпия и т. д.) в ChemCad для точного моделирования процесса. Анализ влияния точности термодинамических данных на результаты оптимизации.
8. **Автоматизация управления ректификационной колонной с помощью ПИД-контроллеров в ChemCad.** Моделирование системы автоматического управления колонной с использованием ПИД-регуляторов. Определение оптимальных настроек ПИД-контроллера методом Циглера-Никольса или другими методами для стабилизации ключевых параметров процесса (температура, давление, концентрация компонентов).
9. **Оптимизация ректификационной колонны с учётом ограничений по материалам и оборудованию.** Расчёт стоимости оборудования (корпус колонны, тарельчатые устройства, площадки для обслуживания) и её влияние на выбор оптимальных параметров процесса. Учёт ограничений по материальному исполнению (например, использование нержавеющей стали).
10. **Сравнительный анализ различных методов оптимизации в ChemCad.** Сопоставление эффективности встроенных инструментов оптимизации ChemCad (например, блока для работы с внешней управляющей программой) и внешних алгоритмов (генетические алгоритмы, метод Монте-Карло и др.) на примере конкретной задачи ректификации.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается

продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания (раздел 5.8);
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;

- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.4. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;

3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.5. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;

2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.6. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2016 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. Уч. пос. для вузов. М.: «Академкнига», 2008. - 416 с
2. Компьютерное моделирование химико-технологических процессов в программе CHEMCAD: практическое руководство для технологов и проектировщиков : учебное пособие для вузов / О. В. Перерва, Т. Н. Гартман, А. В. Панкрушина, Ф. С. Советин. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 184 с. - <https://e.lanbook.com/book/414977>
3. Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст] : учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк. , 1985. - 327 с.

б) дополнительная литература

1. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Гумеров. 2-е изд., перераб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с - <https://e.lanbook.com/book/211445>
2. Тасанбаев, С. Е. Математическое моделирование ректификационной колонны в среде Chemcad / С. Е. Тасанбаев, Ерсултан Асылханулы Мансур, К. Е. Арыстанбаев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 47 (285). — С. 130-133. — <https://moluch.ru/archive/285/64370>

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
3. «Теоретические основы химической технологии» (Theoretical Foundations of Chemical Engineering)
4. «Химическая промышленность сегодня»
5. «Тонкие химические технологии» (Fine Chemical Technologies)
6. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
7. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
8. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
9. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
10. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
11. Электронные библиотеки - КиберЛенинка, eLibrary.ru, Rucont.ru
12. Внутренняя справочная система ChemCad

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).
- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физикохимия наноматериалов» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 451 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 451 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 451 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 451 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 451 (строение 13)	Компьютерный класс с частотой процессоров ПК не менее 2 ГГц, с оперативной памятью не менее 4 Гбайт и памятью на жестком диске не менее 500 Гбайт (10 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный Сканер	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Компьютерный класс с частотой процессоров ПК не менее 2 ГГц, с оперативной памятью не менее 4 Гбайт и памятью на жестком диске не менее 500 Гбайт (10 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)

Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

ChemCad 7.1.5.11490 System key 951441c1306922d2918d31d9a1e4ce37 https://chemstations.com/hubfs/Datacor-Chemstations/PDF/CHEMCAD_User_Licensing.pdf?hsLang=en

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRay.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	Знать: – принципы математического моделирования химико-технологических процессов, методы оптимизации процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; – методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных. Уметь: – применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчёта, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; использовать пакеты прикладных программ; – применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента. Владеть: – методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, методами содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов; – методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.	Оценка за контрольную работу № 1. Оценка за практическую работу
Раздел 2.	Знать: – принципы математического моделирования химико-технологических процессов, методы оптимизации процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; – методы идентификации математических описаний технологических про-	

	цессов на основе экспериментальных данных. Уметь: –применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчёта, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; использовать пакеты прикладных программ; – применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента. Владеть: –методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, методами содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов; – методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за практическую работу
Раздел 3.	Знать: – принципы математического моделирования химико-технологических процессов, методы оптимизации процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; – методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных. Уметь: –применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчёта, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; использовать пакеты прикладных программ; – применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента. Владеть: –методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, методами содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов; – методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.	Оценка за курсовой проект

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
«Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов»

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): **5 / 180**. Форма промежуточного контроля: экзамен. Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов**» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химических технологий, математики и математической статистики в том числе с использованием персональных вычислительных средств.

3. Цель дисциплины – приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области основ компьютерного моделирования химико-технологических процессов.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области - основных подходов к компьютерному моделированию химико-технологических процессов, методов анализа результатов, полученных при компьютерном моделировании реальных процессов химической технологии, использования пакетов моделирующих программ для решения задач проектирования и управления химическими производствами.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Системный анализ химико-технологических процессов (ХТС). Построение систем уравнений математического описания ХТС. Разработка расчетных модулей и моделирующих алгоритмов ХТС. Идентификация математических описаний ХТС. Анализ, оптимизация и синтез ХТС. Пакеты математических и моделирующих программ: Excel, MathCad, MathLab, PRO-II, Aspen plus, HYSYS, ChemCad. Принципы функционирования. Режимы работы. Этапы работы моделирующих программ, основные модули, обеспечивающие их работу.

Анализ погрешностей вычислений. Решение систем конечных уравнений. Системы алгебраических уравнений. Нелинейные уравнения. Системы нелинейных уравнений. Метод Ньютона – Рафсона. Интерполяция и аппроксимация функций. Приближенное дифференцирование и интегрирование. Итерационный метод и метод конечных разностей. Дифференциальные уравнения в частных производных. Метод прогонки. Оптимизация. Глобальный и локальный оптимум. Классические методы оптимизации. Численные методы оптимизации без ограничений. Численные методы оптимизации с ограничениями.

Раздел 2. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики. Обработка результатов измерений одной случайной величины. Выборочный метод. Оценка параметров распределения случайной величины. Определение доверительного интервала для математического ожидания. Проверка статистических гипотез.

Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей. Корреляционный и регрессионный анализ. Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование экспериментов.

Построение моделей. Идентификация математических описаний и оптимизация ХТП. Математические модели движения жидкости в простых гидравлических системах. Математические модели стационарных режимов процессов теплопередачи в поверхностных теплообменниках. Математические модели химических превращений в реакторах. Математическая модель нестационарного режима политропного процесса. Устойчивость тепловых режимов. Математические модели стационарного режима. Математические модели процессов разделения: ректификации и абсорбции.

Раздел 3. Курсовое проектирование. Создании эффективных систем ректификации с помощью программы моделирования химико-технологических процессов ChemCad.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

- принципы математического моделирования химико-технологических процессов, методы оптимизации процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;
- методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных.

Уметь:

- применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения задач расчёта, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии; использовать пакеты прикладных программ;
- применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.

Владеть:

- методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, методами содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов;
- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.

6. Виды учебной работы и их объем

Общая трудоемкость (з.е./час): 5/180 Контактная работа аудиторная 64 часа, из них: лекций 32 часа, практические занятия 32 часа.

Вид учебной работы	Семестр 8		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия	0,89	32	24
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Курсовой проект	1,0	36	27
Контроль	1,0	36	27
Форма (ы) контроля:	экзамен		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.08. Ресурсосбережение и экология в технологии получения материалов

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность подготовки Химическая технология. Неорганический профиль. Наноматериалы.

Квалификация: бакалавр

Форма обучения - очная

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области ресурсосбережения и экология в технологии получения материалов.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области химических, физических и биологических методов ресурсосбережения и экология в технологии получения материалов, понимания общих закономерностей при получении таких материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «*Ресурсосбережение и экология в технологии получения материалов*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области получения материалов различной природы, в том числе в области ресурсосбережения и экология в технологии получения материалов.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	ПК-1.6 Готов использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции, применять элементы экологического анализа в практической работе
	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, связанных с ресурсосбережением, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств ресурсосбережения
	ПК-3 Способен использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, промышленной безопасности и нормы охраны труда, измерять физические, химические факторы и факторы трудового процесса на рабочих местах	ПК-3.1 Способен использовать нормативные документы по вопросам защиты окружающей среды, охраны труда, промышленной безопасности, промышленной санитарии, пожарной и электробезопасности
		ПК-3.2 Способен измерять параметры производственного микроклимата и оценивать уровни загрязненности, запыленности и загазованности, шума, вибрации, освещенности рабочих мест, тяжести и напряженности трудового процесса

		ПК-3.3 Способен оказывать первую доврачебную помощь пострадавшим при авариях и чрезвычайных ситуациях, эффективно использовать средства защиты от негативных воздействий, проводить качественный и количественный анализ и оценивание риска влияния вредных факторов на окружающую среду

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции, применять элементы экологического анализа в практической работе;
- теоретические основы технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств;
- правовые и нормативные документы по вопросам экологии, охраны труда, промышленной безопасности, промышленной санитарии, пожарной и электробезопасности;
- закономерности совокупности условий проведения технологических процессов, приводящих к получению и накоплению отходов;
- алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации.

Уметь:

- осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья;
- выполнять расчеты норм расхода сырья, присадок, реагентов, катализаторов, энергоресурсов;
- применять теоретические знания о производственном контроле состояния охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства;
- средствами контроля соответствия качества сырья, присадок, реагентов, катализаторов, энергоресурсов, готовой продукции требованиям технической документации по результатам исследований на химических объектах;
- основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов;

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Семестр 6

Вид учебной работы	Семестр 6		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,90	32	24,00
Лекции	0,45	16	12,00
Лабораторные работы			
Практические занятия	0,45	16	12,00
Самостоятельная работа	1,11	40	30,00
Контроль			
Форма (ы) контроля:	зачет		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практ. занятия	Сам. работа

1.	Раздел 1. Экономические, экологические и технологические основы ресурсосбережения	16	6	2	8
1.1.	Сущность, цель и задачи экономики ресурсосбережения	4	2		2
1.2.	Направления улучшения эффективности использования материальных ресурсов	4	2		2
1.3.	Принципы организации малоотходного производства	8	2	2	4
2.	Раздел 2. Проблема образования отходов и способы ее решения	26	6	8	12
2.1.	Понятие отходов. Источники образования отходов и их классификация	12	2	4	4
2.2.	Информационные системы обращения с отходами	8	2	2	4
2.3.	Особенности утилизации многотоннажных промышленных отходов	8	2	2	4
3.	Раздел 3. Экологические принципы в процессе переработки отходов	30	4	6	20
3.1.	Способы подготовки отходов к утилизации	10	2	2	6
3.2.	Утилизация и захоронение отходов различной природы	9	1	2	6
3.3.	Минимизация образования отходов	9	1	2	6
	Контроль	2			2
	ВСЕГО:	72	16	16	40

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Экономические, экологические и технологические основы ресурсосбережения.

Основные понятия в ресурсосбережении. Сущность, цель и задачи экономики ресурсосбережения. Показатели использования материальных ресурсов. Ресурсосбережение как основной фактор совершенствования природоохранной деятельности. Направления улучшения эффективности использования материальных ресурсов. Принципы организации малоотходного производства.

Раздел 2. Проблема образования отходов и способы ее решения.

Понятие отходов. Экологические особенности, источники и пути образования отходов и их классификация. Современные подходы к обращению с отходами. Информационные системы обращения с отходами. Кадастр отходов. Экономические аспекты организации системы управления отходами. Особенности утилизации многотоннажных промышленных отходов (отвалы горнодобывающей промышленности, металлургия, производство минеральных удобрений).

Раздел 3. Экологические принципы в процессе переработки отходов.

Этапы обращения с твердыми коммунальными отходами: сбор, накопление, транспортировка, сортировка, утилизация. Способы подготовки отходов к утилизации. Утилизация и захоронение отходов различной природы. Комплексные схемы переработки и утилизации отходов. Виды полигонов. Процессы, происходящие с отходами на полигонах. Минимизация образования отходов. Защита окружающей среды в процессе хранения и переработки отходов.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
	- сущность, цель и задачи экономики ресурсосбережения;	+		
	- показатели использования материальных ресурсов;	+		
	- основные направления улучшения эффективности использования материальных ресурсов;	+	+	+
	- закономерности совокупности условий минимизации отходов;	+	+	+
	- алгоритмы организации малоотходного производства.	+	+	+
	Уметь:			
	- формулировать требования к организации процесса переработки отходов;		+	+
	- находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты и решать задачи по организации системы управления отходами;	+	+	+
	- применять теоретические знания о способах хранения и переработки отходов различного происхождения.	+	+	+
	Владеть:			
	- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по информационному обеспечению системы обращения с отходами.;	+	+	+
	- основными способами подготовки отходов к утилизации;	+	+	+
	- основными приемами минимизации образования отходов в процессе производства;	+	+	+
	- способностью и готовностью к разработке новых методов защиты окружающей среды в процессе хранения и переработки отходов.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	ПК-1.6 Готов использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции, применять элементы экологического анализа в практической работе	+	+	+
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, связанных с ресурсосбережением, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств ресурсосбережения	+	+	+
ПК-3 Способен использовать правила техники безопасности, производствен-	ПК-3.1 Способен использовать нормативные документы по вопросам защи-	+	+	+

ной санитарии, промышленной безопасности и нормы охраны труда, измерять физические, химические факторы и факторы трудового процесса на рабочих местах	ты окружающей среды, охраны труда, промышленной безопасности, промышленной санитарии, пожарной и электробезопасности			
	ПК-3.2 Способен измерять параметры производственного микроклимата и оценивать уровни загрязненности, запыленности и загазованности, шума, вибрации, освещенности рабочих мест, тяжести и напряженности трудового процесса	+	+	+
	ПК-3.3 Способен оказывать первую доврачебную помощь пострадавшим при авариях и чрезвычайных ситуациях, эффективно использовать средства защиты от негативных воздействий, проводить качественный и количественный анализ и оценивание риска влияния вредных факторов на окружающую среду	+	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

8.2. Практические занятия

Выполнение практических заданий способствует закреплению учебного материала, изучаемого в дисциплине *«Ресурсосбережение и экология в технологии получения материалов»*.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Цель и задачи экономики ресурсосбережения. Классификация отходов	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
2	1	Ресурсосбережение как основной фактор совершенствования природоохранной деятельности.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
3	2	Основные принципы организации малоотходного производства	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
4	2	Экологические особенности, источники и пути образования отходов и их минимизация	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-3
5	2	Информационные системы обращения с отходами. Кадастр отходов.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-3
6	2	Особенности утилизации многоотоннажных промышленных отходов на примере диоксида углерода	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-3
7	3	Комплексные схемы переработки и утилизации отходов	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-3
8	3	Защита окружающей среды в процессе хранения и переработки отходов	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2, ПК-3

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах

Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В

обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум не предусмотрен.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторские занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- 1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- 2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- 3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- 4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- 5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.05.2026 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю., Потравный И.М., Мелехин Е.С. Экономика и управление природопользованием. Ресурсосбережение: учебник и практикум для вузов / — М.: Юрайт, 2026. — 390 с.
2. Хван Т.А. Экология. Основы рационального природопользования: учебное пособие, 5-е изд., М.: Юрайт. 2024, 319 с.

б) дополнительная литература

1. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования: учебник. М: ИНФРА-М. 2022. - 256 с.
2. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования: учебник. М: Академия. 2015. - 240 с.
3. Хандогина Е.К. Экологические основы природопользования: учебное пособие. М: ФОРУМ. 2013. - 160 с.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Экология и промышленность России», ISSN 2413-6042
3. Журнал «Энергосбережение и энергоэффективность», ISSN 2782-3989
4. Журнал «Экология производства», ISSN 2078-3981
5. Ресурсы CYBERLENINKA: <https://cyberleninka.ru/>
6. Ресурсы TAGRAS: <https://tagras.ru/>
7. Ресурсы ECOINDUSTRY: <https://www.ecoindustry.ru/>
8. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
9. Сайт кафедры ЮНЕСКО «Зелёная химия для устойчивого развития» РХТУ им. Д.И.Менделеева
10. Межфакультетский учебный курс РХТУ им. Д.И.Менделеева: «Зелёная химия как инструмент устойчивого развития»

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата

обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).
- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Синтез наночастиц в жидких средах» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный, Сканер	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)
Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)

<http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRay.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Экономические, экологические и технологические основы ресурсосбережения	Знает: • нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции, применять элементы экологического анализа в практической работе; • теоретические основы технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств; • правовые и нормативные документы по вопросам экологии, охраны труда, промышленной безопасности, промышленной санитарии, пожарной и электробезопасности; Умеет: • осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья; • применять теоретические знания о способах получения и накопления отходов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: • методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по проблеме образования и накопления химических отходов; • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по вторичной переработке химических отходов; • способностью и готовностью к разработке новых методов переработки и утилизации химических отходов.	Оценка за контрольную работу № 1.
Раздел 2. Проблема образования отходов и способы ее решения	Знает: • теоретические основы технологических процессов с учетом экологических последствий их применения по отношению к образованию отходов производства; • нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции и экологического анализа в практической работе; • закономерности протекающих процессов, связанные с образованием и утилизацией отходов. Умеет: • осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья; • выполнять расчеты норм расхода сырья, присадок, реагентов, катализаторов, энергоресурсов; • применять теоретические знания о производственном контроле состояния охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности. Владеет: • методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства; • средствами контроля соответствия качества сырья, присадок, реагентов, катализаторов, энергоресурсов, готовой продукции требованиям технической документации по результатам исследований на химических объектах; • основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов.	Оценка за контрольную работу № 2.

Раздел 3. Экологические принципы в про- цессе переработки отходов	Знает: • закономерности в проведении технологических процессов, приводящих к получению и накоплению отходов; • совокупности условий проведения процесса переработки химических отходов процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; • алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации. Умеет: • формулировать требования к материалам и определять эффективные пути переработки химических отходов; • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по вторичной переработке отходов; • применять теоретические знания о способах утилизации отходов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам утилизации химических отходов; • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по вторичной переработке и утилизации отходов химических производств; • способностью и готовностью к разработке новых методов по переработке и утилизации отходов химических производств и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.	Оценка за контрольную работу № 3.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Ресурсосбережение и экология в технологии получения материалов

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): **2 / 72**. Форма промежуточного контроля: 6 семестр - зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Ресурсосбережение и экология в технологии получения материалов*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии получения материалов и экологии.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области ресурсосбережения и экологических аспектов при производстве химических продуктов.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области химических, физических и экологических методов утилизации химических отходов, понимания общих закономерностей хранения и переработки таких материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Экономические, экологические и технологические основы ресурсосбережения.

Основные понятия в ресурсосбережении. Сущность, цель и задачи экономики ресурсосбережения. Показатели использования материальных ресурсов. Ресурсосбережение как основной фактор совершенствования природоохранной деятельности. Направления улучшения эффективности использования материальных ресурсов. Принципы организации малоотходного производства.

Раздел 2. Проблема образования отходов и способы ее решения.

Понятие отходов. Экологические особенности, источники и пути образования отходов и их классификация. Современные подходы к обращению с отходами. Информационные системы обращения с отходами. Кадастр отходов. Экономические аспекты организации системы управления отходами. Особенности утилизации многотоннажных промышленных отходов (отвалы горнодобывающей промышленности, металлургия, производство минеральных удобрений).

Раздел 3. Экологические принципы в процессе переработки отходов.

Этапы обращения с твердыми коммунальными отходами: сбор, накопление, транспортировка, сортировка, утилизация. Способы подготовки отходов к утилизации. Утилизация и захоронение отходов различной природы. Комплексные схемы переработки и утилизации отходов. Виды полигонов. Процессы, происходящие с отходами на полигонах. Минимизация образования отходов. Защита окружающей среды в процессе хранения и переработки отходов.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

Знать:

- нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции, применять элементы экологического анализа в практической работе;
- теоретические основы технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств;
- правовые и нормативные документы по вопросам экологии, охраны труда, промышленной безопасности, промышленной санитарии, пожарной и электробезопасности;
- закономерности совокупности условий проведения технологических процессов, приводящих к получению и накоплению отходов;

- алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации.

Уметь:

- осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья;

- выполнять расчеты норм расхода сырья, присадок, реагентов, катализаторов, энергоресурсов;

- применять теоретические знания о производственном контроле состояния охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства;

- средствами контроля соответствия качества сырья, присадок, реагентов, катализаторов, энергоресурсов, готовой продукции требованиям технической документации по результатам исследований на химических объектах;

- основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов;

6. Виды учебной работы и их объем

Вид учебной работы	Семестр 6		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,90	32	24,00
Лекции	0,45	16	12,00
Лабораторные работы			
Практические занятия	0,45	16	12,00
Самостоятельная работа	1,11	40	30,00
Контроль			
Форма (ы) контроля:	зачет		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.09 Искусственный интеллект в химической технологии

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Направленность подготовки Химическая технология. Неорганиче-
ский профиль. Наноматериалы

Квалификация: бакалавр
Форма обучения: Заочная

Новомосковск - 2026

Разработчик:

Профессор кафедры «Фундаментальная химия»
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,
д.х.н., профессор

Добрыднев С. В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Фундаментальная химия»

Протокол № _____ от _____

Зав. кафедрой: д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

Эксперт:

Руководитель ООП

Зав. кафедрой: д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с деканом факультета заочного и очно-заочного обучения

Декан факультета: к.т.н., доцент

Стекольников А.Ю.

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

«__» _____ 2026 г

Аннотация рабочей программы дисциплины приведена в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалиста, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний, компетенций и практических навыков применения методов искусственного интеллекта, машинного обучения и цифрового моделирования для решения задач химической технологии, оптимизации технологических процессов и разработки новых материалов.

Задача дисциплины:

- формирование системных глубоких знаний о современных методах искусственного интеллекта, включая машинное обучение, глубокое обучение, интеллектуальный анализ данных и цифровые двойники, применимых в химико-технологических системах;
- освоение принципов построения и обучения моделей для прогнозирования свойств веществ, управления технологическими процессами, оптимизации режимов и повышения энерго- и ресурсной эффективности;
- развитие понимания общих закономерностей цифровизации химической технологии, включая сбор, обработку и интерпретацию больших данных, интеграцию ИИ-моделей в технологические цепочки и системы автоматизации;
- выработка способности критически оценивать корректность и надёжность ИИ-моделей, анализировать полученные результаты, выявлять ограничения и предлагать пути повышения точности и устойчивости решений;
- формирование навыков постановки и выполнения научных исследований в области применения искусственного интеллекта в химической технологии, а также выбора оптимальных методов и алгоритмов для решения конкретных инженерных задач.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «*Искусственный интеллект в химической технологии*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в различных областях химии и обладают навыками работы на персональном компьютере.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-4 Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1 Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования. ПК-4.2 Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные концепции искусственного интеллекта, машинного обучения, глубокого обучения и интеллектуального анализа данных, применимые к химико-технологическим процессам;
- типы данных, используемых в химической технологии (экспериментальные, технологические, спектральные, структурные, процессные), и требования к их подготовке для ИИ-моделей;
- методы построения моделей для прогнозирования свойств веществ, кинетики реакций, параметров процессов и поведения технологических систем;
- принципы цифровизации химической технологии, включая цифровые двойники, системы поддержки принятия решений и интеллектуальное управление;
- ограничения, источники ошибок и риски применения ИИ-моделей в инженерных задачах.

Уметь:

- выбирать и обосновывать методы искусственного интеллекта для решения конкретных задач химической технологии;
- проводить сбор, очистку, нормализацию и анализ данных, формировать обучающие выборки;
- строить, обучать и валидировать модели машинного обучения и глубокого обучения для прогнозирования свойств веществ, оптимизации режимов и управления процессами;
- интерпретировать результаты работы ИИ-моделей, выявлять ошибки, проводить оценку точности, устойчивости и применимости моделей;
- разрабатывать алгоритмы оптимизации технологических процессов на основе ИИ-подходов;
- использовать программные инструменты (Python, специализированные библиотеки, платформы моделирования) для реализации ИИ-решений.

Владеть:

- навыками применения методов искусственного интеллекта для решения инженерных задач химической технологии в исследовательской и практической деятельности;
- методами интеграции ИИ-моделей в технологические цепочки, системы автоматизации и цифровые платформы;

- навыками критического анализа данных и результатов моделирования, выбора оптимальных алгоритмов и подходов;
- навыками постановки научных задач в области применения ИИ в химической технологии, разработки и реализации исследовательских проектов;
- современными цифровыми инструментами для моделирования, прогнозирования и оптимизации химико-технологических процессов.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Вид учебной работы	Семестр 7		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,00	108	81,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	
Лекции		16	
Практические занятия		32	
Самостоятельная работа	1,67	60	
Контроль		За	
Форма (ы) контроля:	зачет		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практ. занятия	Сам. работа
1	1. Введение в искусственный интеллект и цифровизацию химиче-	6	1	1	4
2	2. Типы данных в химической технологии и методы их подготовки	9	2	3	4
3	3. Методы машинного обучения для решения задач химической технологии	15	2	5	8
4	4. Глубокое обучение и нейронные сети в моделировании химических систем	17	2	5	10
5	5. Оптимизация технологических процессов с использованием ИИ-моделей	19	3	6	10
6	6. Цифровые двойники и интеллектуальное управление химико-технологическими объектами	17	3	6	8
7	7. Оценка качества, интерпретация и валидация ИИ-моделей	16	2	4	10

8	8. Применение ИИ в научных исследованиях и инженерных задачах химической технологии	9	1	2	6

6.2. Содержание разделов дисциплины

1. Введение в искусственный интеллект и цифровизацию химической технологии

Раздел раскрывает основные понятия искусственного интеллекта, машинного обучения и цифровых технологий, их роль в современной химической промышленности, направления цифровой трансформации отрасли, примеры успешных внедрений ИИ-решений и ключевые тенденции развития.

2. Типы данных в химической технологии и методы их подготовки

Изучаются источники технологических, экспериментальных, спектральных, структурных и процессных данных; методы их сбора, очистки, фильтрации, нормализации, визуализации и формирования обучающих выборок для ИИ-моделей; рассматриваются вопросы качества данных и предотвращения ошибок.

3. Методы машинного обучения для решения задач химической технологии

Раздел посвящён алгоритмам регрессии, классификации, кластеризации, методам снижения размерности и интеллектуального анализа данных; рассматривается применение этих методов для прогнозирования свойств веществ, анализа процессов, выявления закономерностей и принятия инженерных решений.

4. Глубокое обучение и нейронные сети в моделировании химических систем

Изучаются архитектуры нейронных сетей (полносвязные, сверточные, рекуррентные, графовые), методы их обучения и применения для моделирования химических реакций, прогнозирования параметров процессов, анализа спектров, структурных данных и сложных нелинейных зависимостей.

5. Оптимизация технологических процессов с использованием ИИ-моделей

Раздел рассматривает методы оптимизации режимов химико-технологических процессов, алгоритмы поиска оптимальных параметров, интеллектуальные системы управления, повышение энерго- и ресурсной эффективности, а также применение ИИ для автоматизации инженерных расчётов.

6. Цифровые двойники и интеллектуальное управление химико-технологическими объектами

Изучаются принципы построения цифровых двойников процессов и оборудования, интеграция ИИ-моделей в системы автоматизации, мониторинга и управления, применение симуляторов и виртуальных сред для анализа, прогнозирования и оптимизации технологических систем.

7. Оценка качества, интерпретация и валидация ИИ-моделей

Раздел посвящён методам проверки точности, устойчивости и надёжности моделей, анализу ошибок, интерпретируемости результатов, предотвращению переобучения, корректной валидации и оценке применимости ИИ-подходов к инженерным задачам химической технологии.

8. Применение ИИ в научных исследованиях и инженерных задачах химической технологии

Рассматриваются методы постановки научных задач, проектирования исследований, разработки ИИ-моделей для реальных инженерных кейсов, анализ результатов, выбор оптимальных алгоритмов, а также примеры практических проектов и современные направления исследований.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
Знать:								
- основные концепции искусственного интеллекта, машинного обучения, глубокого обучения и интеллектуального анализа данных, применимые к химико-технологическим процессам;	X		X	X				
типы данных, используемых в химической технологии (экспериментальные, технологические, спектральные, структурные, процессные), и требования к их подготовке для ИИ-моделей		X						
- методы построения моделей для прогнозирования свойств веществ, кинетики реакций, параметров процессов и поведения технологических систем;			X	X				X
- принципы цифровизации химической технологии, включая цифровые двойники, системы поддержки принятия решений и интеллектуальное управление;	X					X		
- ограничения, источники ошибок и риски применения ИИ-моделей в инженерных задачах.							X	X
Уметь:								
- выбирать и обосновывать методы искусственного интеллекта для решения конкретных задач химической	X		X	X	X			X

технологии;								
- проводить сбор, очистку, нормализацию и анализ данных, формировать обучающие выборки;		X						
- строить, обучать и валидировать модели машинного обучения и глубокого обучения для прогнозирования свойств веществ, оптимизации режимов и управления процессами;			X	X			X	X
- интерпретировать результаты работы ИИ-моделей, выявлять ошибки, проводить оценку точности, устойчивости и применимости моделей;							X	X
- разрабатывать алгоритмы оптимизации технологических процессов на основе ИИ-подходов;					X	X		
- использовать программные инструменты (Python, специализированные библиотеки, платформы моделирования) для реализации ИИ-решений.		X	X	X	X	X	X	X
Владеть:								
- навыками применения методов искусственного интеллекта для решения инженерных задач химической технологии в исследовательской и практической деятельности;	X		X	X	X			X
- методами интеграции ИИ-моделей в технологические цепочки, системы автоматизации и цифровые платформы;					X	X		
- навыками критического анализа данных и результатов моделирования, выбора оптимальных алгоритмов и подходов;		X	X	X			X	X
- навыками постановки научных задач в области применения ИИ в химической технологии, разработки и реализации исследовательских проектов;								X
современными цифровыми инструментами для моделирования, прогнозирования и оптимизации химико-технологических процессов.		X	X	X	X	X		X

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8

ПК-4 Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1 Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования.	X	X	X	X	X	X		X
	ПК-4.2 Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности.	X					X		X

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по дисциплине «Искусственный интеллект в химической технологии» не предусмотрено.

8.2. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Введение в искусственный интеллект и цифровизацию химической технологии	1	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4.1, ПК-4.2
2	2	Типы данных в химической технологии и методы их подготовки	3	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4.1, ПК-4.2
3	3	Методы машинного обучения для решения задач химической технологии	5	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4.1, ПК-4.2
4	4	Глубокое обучение и нейронные сети в моделировании химических систем	5	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4.1, ПК-4.2
5	5	Оптимизация технологических процессов с использованием ИИ-моделей	6	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4.1, ПК-4.2
6	6	Цифровые двойники и интеллектуальное управление химико-технологическими объектами	6	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4.1, ПК-4.2
7	7	Оценка качества, интерпретация и валидация ИИ-моделей	4	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4.1, ПК-4.2
8	8	Применение ИИ в научных исследованиях и инженерных задачах химической технологии	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-4.1, ПК-4.2

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направленные на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Выполнение лабораторного практикума по дисциплине «Искусственный интеллект в химической технологии» не предусмотрено.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную

самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- 1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- 2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- 3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- 4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- 5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для

организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.05.2026 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Bishop C. Pattern Recognition and Machine Learning. — New York: Springer, 2006. — 738 p.
2. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow. — 2nd ed. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2019. — 856 p.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — Cambridge: MIT Press, 2016. — 775 p.
4. Кузнецов Б. Л. Математические методы в химической технологии. — М.: Химия, 1985. — 296 с.
5. Черноручкий И. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 432 с.

б) дополнительная литература

1. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. — 2nd ed. — New York: Springer, 2009. — 745 p.
2. Jensen Z., Kim E., Kwon S. и др. Machine Learning for Chemical Engineering. — Cambridge: Elsevier, 2020. — 412 p.
3. Chemical Engineering Science; AIChE Journal; Computers & Chemical Engineering. — International peer-reviewed journals.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
2. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
3. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).
- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Искусственный интеллект в химической технологии» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 451 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 451 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 451 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 451 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.	приспособлено

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)
Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRav.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Разделы 1-8	Знает: основные концепции искусственного интеллекта, машинного обучения, глубокого обучения и интеллектуального анализа данных, применимые к химико-технологическим процессам; - типы данных, используемых в химической технологии (экспериментальные, технологические, спектральные, структурные, процессные), и требования к их подготовке для ИИ-моделей; - методы построения моделей для прогнозирования свойств веществ, кинетики реакций, параметров процессов и поведения технологических систем; - принципы цифровизации химической технологии, включая цифровые двойники, системы поддержки принятия решений и интеллектуальное управление; - ограничения, источники ошибок и риски применения ИИ-моделей в инженерных задачах. Умеет: выбирать и обосновывать методы искусственного интеллекта для решения конкретных задач химической технологии; - проводить сбор, очистку, нормализацию и анализ данных, формировать обучающие выборки; - строить, обучать и валидировать модели машинного обучения и глубокого обучения для прогнозирования свойств веществ, оптимизации режимов и управления процессами; - интерпретировать результаты работы ИИ-моделей, выявлять ошибки, проводить оценку точности, устойчивости и применимости моделей; - разрабатывать алгоритмы оптимизации технологических процессов на основе ИИ-подходов; - использовать программные инструменты (Python, специализированные библиотеки, платформы моделирования) для реализации ИИ-решений. Владеет: навыками применения методов искусственного интеллекта для решения инженерных задач химической технологии в исследовательской и практической деятельности; - методами интеграции ИИ-моделей в технологические цепочки, системы автоматизации и цифровые платформы; - навыками критического анализа данных и результатов моделирования, выбора оптимальных алгоритмов и подходов; - навыками постановки научных задач в области применения ИИ в химической технологии, разработки и реализации исследовательских проектов; - современными цифровыми инструментами для моделирования, прогнозирования и оптимизации химико-технологических процессов.	Собеседование по билетам

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Искусственный интеллект в химической технологии

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 3/ 108. Форма промежуточного контроля: 7 семестр - зачет. Дисциплина изучается на 4 курсе.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Искусственный интеллект в химической технологии» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в различных областях химии и обладают навыками работы на персональном компьютере.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний, компетенций и практических навыков применения методов искусственного интеллекта, машинного обучения и цифрового моделирования для решения задач химической технологии, оптимизации технологических процессов и разработки новых материалов.

Задача дисциплины:

- формирование системных глубоких знаний о современных методах искусственного интеллекта, включая машинное обучение, глубокое обучение, интеллектуальный анализ данных и цифровые двойники, применимых в химико-технологических системах;
- освоение принципов построения и обучения моделей для прогнозирования свойств веществ, управления технологическими процессами, оптимизации режимов и повышения энерго- и ресурсной эффективности;
- развитие понимания общих закономерностей цифровизации химической технологии, включая сбор, обработку и интерпретацию больших данных, интеграцию ИИ-моделей в технологические цепочки и системы автоматизации;
- выработка способности критически оценивать корректность и надёжность ИИ-моделей, анализировать полученные результаты, выявлять ограничения и предлагать пути повышения точности и устойчивости решений;
- формирование навыков постановки и выполнения научных исследований в области применения искусственного интеллекта в химической технологии, а также выбора оптимальных методов и алгоритмов для решения конкретных инженерных задач.

4. Содержание дисциплины

1. Введение в искусственный интеллект и цифровизацию химической технологии.

Раздел раскрывает основные понятия искусственного интеллекта, машинного обучения и цифровых технологий, их роль в современной химической промышленности, направления цифровой трансформации отрасли, примеры успешных внедрений ИИ-решений и ключевые тенденции развития.

2. Типы данных в химической технологии и методы их подготовки.

Изучаются источники технологических, экспериментальных, спектральных, структурных и процессных данных; методы их сбора, очистки, фильтрации, нормализации, визуализации и формирования обучающих выборок для ИИ-моделей; рассматриваются вопросы качества данных и предотвращения ошибок.

3. Методы машинного обучения для решения задач химической технологии.

Раздел посвящён алгоритмам регрессии, классификации, кластеризации, методам снижения размерности и интеллектуального анализа данных; рассматривается применение этих методов для прогнозирования свойств веществ, анализа процессов, выявления закономерностей и принятия инженерных решений.

4. Глубокое обучение и нейронные сети в моделировании химических систем.

Изучаются архитектуры нейронных сетей (полносвязные, сверточные, рекуррентные, графовые), методы их обучения и применения для моделирования химических реакций, прогнозирования параметров процессов, анализа спектров, структурных данных и сложных нелинейных зависимостей.

5. Оптимизация технологических процессов с использованием ИИ-моделей.

Раздел рассматривает методы оптимизации режимов химико-технологических процессов, алгоритмы поиска оптимальных параметров, интеллектуальные системы управления, повышение энерго- и ресурсной эффективности, а также применение ИИ для автоматизации инженерных расчётов.

6. Цифровые двойники и интеллектуальное управление химико-технологическими объектами.

Изучаются принципы построения цифровых двойников процессов и оборудования, интеграция ИИ-моделей в системы автоматизации, мониторинга и управления, применение симуляторов и виртуальных сред для анализа, прогнозирования и оптимизации технологических систем.

7. Оценка качества, интерпретация и валидация ИИ-моделей.

Раздел посвящён методам проверки точности, устойчивости и надёжности моделей, анализу ошибок, интерпретируемости результатов, предотвращению переобучения, корректной валидации и оценке применимости ИИ-подходов к инженерным задачам химической технологии.

8. Применение ИИ в научных исследованиях и инженерных задачах химической технологии.

Рассматриваются методы постановки научных задач, проектирования исследований, разработки ИИ-моделей для реальных инженерных кейсов, анализ результатов, выбор оптимальных алгоритмов, а также примеры практических проектов и современные направления исследований.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

6. основные концепции искусственного интеллекта, машинного обучения, глубокого обучения и интеллектуального анализа данных, применимые к химико-технологическим процессам;
7. типы данных, используемых в химической технологии (экспериментальные, технологические, спектральные, структурные, процессные), и требования к их подготовке для ИИ-моделей;
8. методы построения моделей для прогнозирования свойств веществ, кинетики реакций, параметров процессов и поведения технологических систем;
9. принципы цифровизации химической технологии, включая цифровые двойники, системы поддержки принятия решений и интеллектуальное управление;
10. ограничения, источники ошибок и риски применения ИИ-моделей в инженерных задачах.

Уметь:

7. выбирать и обосновывать методы искусственного интеллекта для решения конкретных задач химической технологии;
8. проводить сбор, очистку, нормализацию и анализ данных, формировать обучающие выборки;
9. строить, обучать и валидировать модели машинного обучения и глубокого обучения для прогнозирования свойств веществ, оптимизации режимов и управления процессами;
10. интерпретировать результаты работы ИИ-моделей, выявлять ошибки, проводить оценку точности, устойчивости и применимости моделей;

11. разрабатывать алгоритмы оптимизации технологических процессов на основе ИИ-подходов;
12. использовать программные инструменты (Python, специализированные библиотеки, платформы моделирования) для реализации ИИ-решений.

Владеть:

6. навыками применения методов искусственного интеллекта для решения инженерных задач химической технологии в исследовательской и практической деятельности;
7. методами интеграции ИИ-моделей в технологические цепочки, системы автоматизации и цифровые платформы;
8. навыками критического анализа данных и результатов моделирования, выбора оптимальных алгоритмов и подходов;
9. навыками постановки научных задач в области применения ИИ в химической технологии, разработки и реализации исследовательских проектов;
10. современными цифровыми инструментами для моделирования, прогнозирования и оптимизации химико-технологических процессов.

6. Виды учебной работы и их объем

Вид учебной работы	Семестр 7		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,00	108	81,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	48	
Лекции		16	
Практические занятия		32	
Самостоятельная работа	1,67	60	
Контроль		3а	
Форма (ы) контроля:	зачет		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.10.01 Математические методы в химической технологии

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Программа бакалавриата Неорганический профиль. Модуль по выбору.
Нanomатериалы

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: Очная

Новомосковск - 2026

Разработчик:

Зав. кафедрой «Фундаментальная химия»
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,
д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Фундаментальная химия»

Протокол № _____ от _____ 2026 г

Зав. кафедрой, д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

Эксперт:

Директор научной части
ООО «НИАП–КАТАЛИЗАТОР»
«__» _____ 2026 г

Н.А. Макрушин

Руководитель ОПОП, к.х.н., доцент

М.М. Моисеев

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с деканом Химико-технологического факультета

Декан факультета: к.х.н., доцент

Е.И. Костылева

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева

Руководитель, д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

«__» _____ 2026 г

Аннотация рабочей программы дисциплины приведена в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке рабочей программы дисциплины

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн);

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положение об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Программа рассчитана на освоение дисциплины К.М.03.01.10.01 Математические методы в химической технологии в течение одного семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины К.М.03.01.10.01 Математические методы в химической технологии является формирование навыков математического описания химических и химико-технологических процессов и явлений.

Задачи преподавания дисциплины:

- обучение постановки задачи;
- выбор метода ее решения;
- анализ полученного решения.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина К.М.03.01.10.01 Математические методы в химической технологии относится к блоку «Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.01».

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях): Математика, Физика, Неорганическая химия, Физическая химия, изученных при освоении программы бакалавриата и является основой для последующих дисциплин: Оптимизация химико-технологических процессов, Физикохимия наноматериалов, Теория химической кинетики и катализа.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на освоение частей, определенных индикаторами, компетенций: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1.

– профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения

Код и наименование ПК выпускника	Код и наименование индикатора достижения ПК
ПК-4. Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1. Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования
	ПК-4.2. Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности
ПК-5. Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.1. Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

В результате изучения дисциплины студент магистратура должен:

Знать:

- методы обработки и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений,
- методы корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа,
- программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач химической направленности;
- методы обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.

Уметь:

- обрабатывать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений,
- интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ химической направленности,
- применять знания высшей математики, физики, математической статистики при описании химических процессов и явлений.

Владеть:

- составлением заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности,
- постановкой задач при математическом описании химических процессов и явлений,
- методами обработки результатов химических экспериментов и оценки погрешностей.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Семестр 5.

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	ак. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,9	32
Лекции	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа	1,1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,1	40
Форма контроля: Зачет		0

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы (темы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел (темы) дисциплины	ак. часов								
		Всего	в т.ч. в форме практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме практ. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме практ. подг.	Сам. работа
1.	Тема 1. Алгебраические преобразования			1		1	1	-		2
2.	Тема 2. Методы дифференциального исчисления			2		2	2	-		5
3.	Тема 3. Методы интегрального исчисления			2		2	2	-		5
4.	Тема 4. Дифференциальные уравнения			2		2	2	-		8
5	Тема 5. Определители и матрицы.			1		1	1	-		3
6	Тема 6. Метод конечных разностей			1		1	1	-		2
7	Тема 7. Ряды			1		1	1	-		2
8	Тема 8. Специальные функции			2		1	1	-		4
9	Тема 9. Графы и топологические индексы			2		1	1	-		3
10	Тема 10. Численные методы			1		1	1	-		2

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

Темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Темы практических занятий	Контакт. работа, ак. ч
1	Тема 1	Алгебраические преобразования	1
2	Тема 2	Методы дифференциального исчисления	2
3	Тема 3	Методы интегрального исчисления	3
4	Тема 4.	Дифференциальные уравнения	3
5	Тема 5.	Определители и матрицы.	1
6	Тема 6.	Метод конечных разностей	1
7	Тема 7.	Ряды	1
8	Тема 8.	Специальные функции	1
9	Тема 9.	Графы и топологические индексы	1
10	Тема 10.	Численные методы	1
11	Тема 11.	Эмпирические формулы	1
Итого			16

8.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум не предусмотрен.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Математические методы в химии», являющемся неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается

продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум не предусмотрен.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания (раздел 5.8);
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

11.6. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки;

научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных физико-химических задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;

3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.7. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;

2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По самостоятельному выполнению индивидуальных заданий

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.

2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т.е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.
6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений (как, например, расчет равновесного выхода продукта), целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.
7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц. Чтобы облегчить определение порядка вычисляемой величины, полезно представить исходные величины в виде чисел, близких к единице, умноженных на 10 в соответствующей степени (например, вместо $24\ 700$ подставить $2,47 \cdot 10^4$, вместо $0,00086$ – число $0,86 \cdot 10^{-3}$ и т. д.).
8. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.8. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента. Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2023 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия. М.: Химия, 2012. – 840 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Кизим Н.Ф. Введение в математическое описание химических процессов и явлений. Тула. Аквариус, 2023 – 224 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой.- Л.: Химия, 2013.-231 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

б) дополнительная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Батунер Л.М., Позин М.Е. Математические методы в химической технике. 1971. Л.: Химия. –824 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. База данных «Citforum» - <http://citforum.ru/>
2. База предприятий, компаний и организаций РФ по различным областям деятельности - <http://www.baza-r.ru/>
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://window.edu.ru/>

4. Российская государственная библиотека (РГБ) (информационно-справочная система) - <http://olden.rsl.ru/>
5. Российская национальная библиотека (информационно-справочная система) - <http://nlr.ru/>
6. Российская Книжная Палата (информационно-справочная система) - <http://www.bookchamber.ru/>
7. Профессиональная база данных. Энциклопедия - <http://uor-nsk.ru/>
8. Профессиональная база данных «Oxford dictionaries» (Оксфордские словари) - <http://www.natcorp.ox.ac.uk/>

Научно-технические журналы:

«Журнал физической химии», «Журнал прикладной химии», «Коллоидный журнал», «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология», «Доклады РАН. Серия физическая химия», «Химическая технология», «Теоретические основы химической технологии», «Журнал общей химии», «Журнал неорганической химии».

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.12.2021).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2021).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2021).

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (корпус 4)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (корпус 4)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Учебные столы, стулья, доска Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (2 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.	приспособлено

	Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный Сканер	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 Гб ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт). Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows XP, 7, 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи е5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи е5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование Разделов (тем)	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Тема 1 – Тема 11	Знает: – методы обработки и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, – методы корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа, – программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач химической направленности; – методы обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. Умеет: – анализировать результаты химических экспериментов, – обрабатывать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, – интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ химической направленности, – применять знания высшей математики, физики, математической статистики при описании химических процессов и явлений. Владеет	Оценка за контрольную работу. Оценка при тестировании. Оценка за выполнение индивидуального задания.

	– составлением заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности, – постановкой задач при математическом описании химических процессов и явлений, – методами обработки результатов химических экспериментов и оценки погрешностей.	

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

К.М.03.01.10.01 Математические методы в химической технологии

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 2 / 72. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина К.М.03.01.10.01 Математические методы в химической технологии относится к блоку «Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.01».

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях): Математика, Физика, Неорганическая химия, Физическая химия, изученных при освоении программы бакалавриата и является основой для последующих дисциплин: Оптимизация химико-технологических процессов, Физикохимия наноматериалов, Теория химической кинетики и катализа.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины К.М.03.01.10.01 Математические методы в химической технологии является формирование элементарных навыков математического описания химических и химико-технологических процессов и явлений.

Задачи преподавания дисциплины:

- обучение постановки задачи,
- выбор метода ее решения;
- анализ полученного решения.

4. Содержание дисциплины

Тема 1. Алгебраические преобразования
Тема 2. Методы дифференциального исчисления
Тема 3. Методы интегрального исчисления
Тема 4. Дифференциальные уравнения
Тема 5. Определители и матрицы.
Тема 6. Метод конечных разностей
Тема 7. Ряды
Тема 8. Специальные функции
Тема 9. Графы и топологические индексы
Тема 10. Численные методы
Тема 11. Эмпирические формулы

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

ПК-4. Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1. Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования
	ПК-4.2. Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности
ПК-5. Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и	ПК-5.1. Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	

и должен:

Знать:

- методы обработки и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений,
- методы корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа,
- программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач химической направленности;
- методы обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.

Уметь:

- обрабатывать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений,
- интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ химической направленности,
- применять знания высшей математики, физики, математической статистики при описании химических процессов и явлений.

Владеть:

- составлением заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности,
- постановкой задач при математическом описании химических процессов и явлений,
- методами обработки результатов химических экспериментов и оценки погрешностей.

6. Виды учебной работы и их объем

Семестр 5

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	ак. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,9	32
Лекции	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа	1,1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,1	40
Форма контроля: Зачет		0

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
К.М.03.01.10.01 Математические методы в химической технологии

Направление 18.03.01 Химическая технология

Программа бакалавриата. Неорганический профиль. Модуль по выбору. Наноматериалы

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополн ения
1.		протокол заседания Ученого совета № _ от _____ 2026 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.10.02 Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Программа бакалавриата Неорганический профиль. Модуль по выбору.
Нanomатериалы

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: Очная

Новомосковск - 2026

Разработчик:

Зав. кафедрой «Фундаментальная химия»
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,
д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Фундаментальная химия»

Протокол № _____ от _____ 2026 г

Зав. кафедрой, д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

Эксперт:

Директор научной части
ООО «НИАП–КАТАЛИЗАТОР»
«__» _____ 2026 г

Н.А. Макрушин

Руководитель ОПОП, к.х.н., доцент

М.М. Моисеев

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с деканом Химико-технологического факультета

Декан факультета: к.х.н., доцент

Е.И. Костылева

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева

Руководитель, д.х.н., профессор

Н.Ф. Кизим

«__» _____ 2026 г

Аннотация рабочей программы дисциплины приведена в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке рабочей программы дисциплины

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн);

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положение об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Программа рассчитана на освоение дисциплины К.М.03.01.10.02 Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах в течение одного семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины К.М.03.01.10.02 Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах является формирование навыков математического описания химических и химико-технологических процессов и явлений.

Задачи преподавания дисциплины:

- обучение постановки задачи,
- выбор метода ее решения;
- применение вычислительного эксперимента в химической технологии.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина К.М.03.01.10.02 Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах относится к блоку «Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.01».

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях): Математика, Физика, Неорганическая химия, Физическая химия, изученных при освоении программы бакалавриата и является основой для последующих дисциплин: Оптимизация химико-технологических процессов, Физикохимия наноматериалов, Теория химической кинетики и катализа.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на освоение частей, определенных индикаторами, компетенций: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1.

– профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения

Код и наименование ПК выпускника	Код и наименование индикатора достижения ПК
ПК-4. Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1. Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования
	ПК-4.2. Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности
ПК-5. Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-5.1. Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

В результате изучения дисциплины студент магистратура должен:

Знать:

- методы обработки и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений,
- методы корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа,
- программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач химической направленности;
- методы обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.

Уметь:

- обрабатывать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений,
- интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ химической направленности,
- применять знания высшей математики, физики, математической статистики при описании химических процессов и явлений.

Владеть:

- составлением заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности,
- постановкой задач при математическом описании химических процессов и явлений,
- методами обработки результатов экспериментов и оценки погрешностей.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Семестр 5.

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	ак. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,9	32
Лекции	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа	1,1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,1	40
Форма контроля: Зачет		0

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы (темы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел (темы) дисциплины	ак. часов								
		Всего	в т.ч. в форме практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме практ. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме практ. подг.	Сам. работа
1.	Тема 1. Алгебраические преобразования			1		1	1	-		2
2.	Тема 2. Методы дифференциального исчисления			2		2	2	-		5
3.	Тема 3. Методы интегрального исчисления			2		2	2	-		5
4.	Тема 4. Дифференциальные уравнения			2		2	2	-		8
5	Тема 5. Определители и матрицы.			1		1	1	-		3
6	Тема 6. Метод конечных разностей			1		1	1	-		2
7	Тема 7. Ряды			1		1	1	-		2
8	Тема 8. Специальные функции			2		1	1	-		4
9	Тема 9. Графы и топологические индексы			2		1	1	-		3
10	Тема 10. Численные методы. Вычислительный			1		1	1	-		2

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

Темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Темы практических занятий	Контакт. работа, ак. ч
1	Тема 1	Алгебраические преобразования	1
2	Тема 2	Методы дифференциального исчисления	2
3	Тема 3	Методы интегрального исчисления	3
4	Тема 4.	Дифференциальные уравнения	3
5	Тема 5.	Определители и матрицы.	1
6	Тема 6.	Метод конечных разностей	1
7	Тема 7.	Ряды	1
8	Тема 8.	Специальные функции	1
9	Тема 9.	Графы и топологические индексы	1
10	Тема 10.	Численные методы, Вычислительный эксперимент	1
11	Тема 11.	Эмпирические формулы	1
Итого			16

8.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум не предусмотрен.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах», являющемся неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается

продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум не предусмотрен.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания (раздел 5.8);
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

11.6. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки;

научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных физико-химических задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;

3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.7. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;

2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По самостоятельному выполнению индивидуальных заданий

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.

2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т.е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.
6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений (как, например, расчет равновесного выхода продукта), целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.
7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц. Чтобы облегчить определение порядка вычисляемой величины, полезно представить исходные величины в виде чисел, близких к единице, умноженных на 10 в соответствующей степени (например, вместо $24\ 700$ подставить $2,47 \cdot 10^4$, вместо $0,00086$ – число $0,86 \cdot 10^{-3}$ и т. д.).
8. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.8. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2023 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия. М.: Химия, 2012. – 840 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Кизим Н.Ф. Введение в математическое описание химических процессов и явлений. Тула. Аквариус, 2023 – 224 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой.- Л.: Химия, 2013.-231 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

б) дополнительная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Батунер Л.М., Позин М.Е. Математические методы в химической технике. 1971. Л.: Химия. –824 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. База данных «Citforum» - <http://citforum.ru/>
2. База предприятий, компаний и организаций РФ по различным областям деятельности - <http://www.baza-r.ru/>
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://window.edu.ru/>

4. Российская государственная библиотека (РГБ) (информационно-справочная система) - <http://olden.rsl.ru/>
5. Российская национальная библиотека (информационно-справочная система) - <http://nlr.ru/>
6. Российская Книжная Палата (информационно-справочная система) - <http://www.bookchamber.ru/>
7. Профессиональная база данных. Энциклопедия - <http://uor-nsk.ru/>
8. Профессиональная база данных «Oxford dictionaries» (Оксфордские словари) - <http://www.natcorp.ox.ac.uk/>

Научно-технические журналы:

«Журнал физической химии», «Журнал прикладной химии», «Коллоидный журнал», «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология», «Доклады РАН. Серия физическая химия», «Химическая технология», «Теоретические основы химической технологии», «Журнал общей химии», «Журнал неорганической химии».

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.12.2021).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2021).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2021).

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (корпус 4)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (корпус 4)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Учебные столы, стулья, доска Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (2 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.	приспособлено

	Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный Сканер	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 Гб ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт). Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows XP, 7, 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcom.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcom.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcom.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcom.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование Разделов (тем)	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Тема 1 – Тема 11	Знает: – методы обработки и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, – методы корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа, – программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач химической направленности; – методы обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. Умеет: – анализировать результаты химических экспериментов, – обрабатывать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, – интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ химической направленности, – применять знания высшей математики, физики, математической статистики при описании химических процессов и явлений. Владеет	Оценка за контрольную работу. Оценка при тестировании. Оценка за выполнение индивидуального задания.

	– составлением заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности, – постановкой задач при математическом описании химических процессов и явлений, – методами обработки результатов экспериментов и оценки погрешностей.	

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

К.М.03.01.10.02 Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 2 / 72. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина К.М.03.01.10.02 Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах относится к блоку «Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.01».

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях): Математика, Физика, Неорганическая химия, Физическая химия, изученных при освоении программы бакалавриата и является основой для последующих дисциплин: Оптимизация химико-технологических процессов, Физикохимия наноматериалов, Теория химической кинетики и катализа.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины К.М.03.01.10.02 Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах является формирование элементарных навыков математического описания химических и химико-технологических процессов и явлений.

Задачи преподавания дисциплины:

- обучение постановки задачи,
- выбор метода ее решения;
- применение вычислительного эксперимента в химической технологии.

4. Содержание дисциплины

Тема 1. Алгебраические преобразования
 Тема 2. Методы дифференциального исчисления
 Тема 3. Методы интегрального исчисления
 Тема 4. Дифференциальные уравнения
 Тема 5. Определители и матрицы.
 Тема 6. Метод конечных разностей
 Тема 7. Ряды
 Тема 8. Специальные функции
 Тема 9. Графы и топологические индексы
 Тема 10. Численные методы. Вычислительный эксперимент
 Тема 11. Эмпирические формулы

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

ПК-4. Готов применять цифровые информационные технологии для решения технологических задач в профессиональной области	ПК-4.1. Демонстрирует готовность использовать профессиональные пакеты прикладных программ для технологических расчётов и проектирования
	ПК-4.2. Использует сетевые компьютерные технологии для получения информации в сфере своей профессиональной деятельности
ПК-5. Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и	ПК-5.1. Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

разработок, готовность осуществлять подготовку документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	

и должен:

Знать:

- методы обработки и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений,
- методы корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа,
- программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач химической направленности;
- методы обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.

Уметь:

- обрабатывать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений,
- интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ химической направленности,
- применять знания высшей математики, физики, математической статистики при описании химических процессов и явлений.

Владеть:

- составлением заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности,
- постановкой задач при математическом описании химических процессов и явлений,
- методами обработки результатов экспериментов и оценки погрешностей.

6. Виды учебной работы и их объем

Семестр 5

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	ак. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,9	32
Лекции	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа	1,1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,1	40
Форма контроля: Зачет		0

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
К.М.03.01.10.02 Вычислительный эксперимент в химико-технологических проектах
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Программа бакалавриата. Неорганический профиль. Модуль по выбору. Наноматериалы
Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополн ения
1.		протокол заседания Ученого совета № _ от _____ 2026 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.11.01 Химическая кинетика и катализ

Направление подготовки 18.03.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Программа бакалавриата Неорганический профиль. Модуль по выбору.
Нanomатериалы

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: Очная

Новомосковск - 2026

Разработчик:

Профессор кафедры «Фундаментальная химия»
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,
д.х.н., профессор Добрыднев С. В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Фундаментальная химия»

Протокол № _____ от _____

Зав. кафедрой: д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

Эксперт:

Руководитель ООП

Руководитель, д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с деканом химико-технологического факультета

Декана факультета: к.х.н., доцент

Костылева Е.И.

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

«__» _____ 2026 г

Аннотация рабочей программы дисциплины приведена в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 г N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 910 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413)(ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИРХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов целостной системы знаний о фундаментальных принципах химической кинетики и катализа, механизмах химических реакций, а также развитие компетенций, необходимых для анализа, моделирования и управления химико-технологическими процессами с использованием кинетических и каталитических подходов.

Задача дисциплины – заключается в освоении фундаментальных закономерностей химической кинетики и катализа, механизмов элементарных реакций, факторов, определяющих скорость процессов, а также природы каталитического действия и роли активных центров. Студенты формируют понимание связи термодинамических, кинетических и структурных характеристик каталитических систем. Инженерно-технологические задачи включают анализ природных и техногенных процессов с позиций кинетики и катализа, выбор оптимальных катализаторов и режимов работы, а также освоение принципов разработки и масштабирования каталитических технологий.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химическая кинетика и катализ» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, физической химии, коллоидной химии.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Технологический, научно-исследовательский	ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту.	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам. ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства. ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования.
	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции. ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные закономерности химической кинетики и катализа, механизмы реакций и факторы, влияющие на скорость химических превращений;
- природу каталитического действия, типы катализа и роль активных центров;
- современные физико-химические методы исследования кинетики и каталитических процессов;
- теоретические основы физической химии, необходимые для анализа реакционных систем;
- способы описания и моделирования кинетических и каталитических процессов.

Уметь:

- применять теоретические знания по кинетике и катализу при постановке и анализе экспериментов;
- выбирать методику исследования, оборудование и условия эксперимента;
- обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, определять параметры реакций;
- выявлять лимитирующие стадии и прогнозировать влияние факторов на скорость реакций;
- решать физико-химические и кинетические задачи с использованием математических моделей;
- выбирать оптимальные методы исследования и решения прикладных задач.

Владеть:

- практическими навыками проведения исследований кинетических и каталитических процессов;
- методами обработки и представления результатов исследований;
- навыками общего анализа взаимосвязи структуры, свойств и реакционной способности веществ;
- методами расчёта количественных параметров реакционных систем.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Вид учебной работы	Семестр 6		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,00	108	81,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	32	36,00
Лекции	0,44	16	12,00
Практические занятия	0,44	16	12,00
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Форма (ы) контроля:	зачет		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме практ. подг.	Сам. работа
1.	Тема 1. Предмет и содержание курса химической кинетики и катализа.	13,5		2		2		9,5
2.	Тема 2. Кинетика гомогенных химических реакций, протекающих в потоке.	13,5		2		2		9,5
3.	Тема 3. Мономолекулярные и тримолекулярные реакции.	13,5		2		2		9,5
4.	Тема 4. Реакции в растворах.	13,5		2		2		9,5
5.	Тема 5. Гетерогенные реакции. Элементы диффузионной кинетики.	13,5		2		2		9,5

	тики химических реакций.							
6.	Тема 6. Каталитические реакции.	13,5		2		2		9,5
7.	Тема 7 Гетерогенные каталитические реакции.	13,5		2		2		9,5
8.	Тема 8. Гомогенные каталитические реакции.	13,5		2		2		9,5

6.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Предмет и содержание курса химической кинетики и катализа.	Современные направления развития кинетики и катализа в химии и химической промышленности (нанокатализ, биокатализ, компьютерное моделирование). Основные понятия и определения.
2	Кинетика гомогенных химических реакций, протекающих в потоке.	Режимы вытеснения и перемешивания. Общее уравнение динамики и кинетики реакций в режиме идеального вытеснения. Кинетические уравнения необратимых реакций первого и второго порядка в режиме идеального вытеснения. Кинетическое описание обратимых и последовательных реакций первого порядка в потоке в режиме идеального вытеснения. Расчет энергии активации химической реакции, протекающей в потоке в режиме идеального вытеснения. Время установления стационарного состояния в режиме идеального вытеснения. Кинетика реакций в режиме идеального перемешивания. Кинетическое уравнение необратимой реакции первого порядка в режиме идеального вытеснения.
3	Мономолекулярные и три-молекулярные реакции.	Мономолекулярные реакции в газовой фазе. Мономолекулярные реакции в теории активированного комплекса. Тримолекулярные реакции в газовой фазе. Химическая активация. Рекомбинация атомов. Реакции ассоциации с участием молекул. Реакции между валентно-насыщенными молекулами.
4	Реакции в растворах.	Простейшая молекулярная модель жидкости. Энергия взаимодействия в жидких системах. Образование ионных пар в водных растворах. Число столкновений между ионами в растворе. Применение теории столкновений. Применение теории активированного комплекса. Соотношение между константами скорости. Энергия активации в газовой фазе и в растворе. Ионные реакции. Механизмы быстрых реакций в водных растворах.
5	Гетерогенные реакции. Элементы диффузионной кинетики химических реакций.	Особенности гетерогенных реакций. Реакции в системе газ-жидкость. Растворение газа в жидкостях. Реакция газа с поверхностью твердого тела. Общие закономерности. Кинетика реакций газа с поверхностью. Реакции в системе твердое-жидкость. Внешняя задача диффузионной кинетики. Внутренняя задача диффузионной кинетики. Макрокинетические области гетерогенно-каталитической реакции. Диффузионное торможение в реакциях газа с твердой поверхностью.

6	Каталитические реакции.	Твердые тела и их поверхности. Адсорбция. Катализ металлами и на полупроводниках. Механизмы промежуточного взаимодействия и поверхностное комплексообразование. Кислотно-основный катализ на твердой поверхности.
7	Гетерогенные каталитические реакции.	Сложные катализаторы и каталитические системы. Кинетика реакций на однородной поверхности (лэнгмюровская кинетика). Кинетика реакций в жидкой фазе. Макрокинетика гетерогенно-каталитических реакций. Основные закономерности массопереноса. Основные уравнения макрокинетики.
8	Гомогенные каталитические реакции.	Промежуточные стадии в гомогенном катализе. Общая схема расчета кинетики гомогенных каталитических реакций. Катализ кислотами и основаниями. электрофильный и нуклеофильный катализ. Катализ компонентными комплексами соединений переходных металлов.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
Знать:								
– основные закономерности химической кинетики и катализа, механизмы реакций и факторы, влияющие на скорость химических превращений;	+	+	+		+			
– природу каталитического действия, типы катализа и роль активных центров;	+	+			+			
– современные физико-химические методы исследования кинетики и каталитических процессов;		+	+	+		+		
– теоретические основы физической химии, необходимые для анализа реакционных систем;	+				+			
– способы описания и моделирования кинетических и каталитических процессов.			+			+	+	+
Уметь:								
– применять теоретические знания по кинетике и катализу при постановке и анализе экспериментов;		+	+	+		+		
– выбирать методику исследования, оборудование и условия эксперимента;		+	+	+		+		
– обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, определять параметры реакций;			+	+		+	+	
– выявлять лимитирующие стадии и прогнозировать влияние факторов на скорость реакций;	+		+		+	+	+	
– решать физико-химические и кинетические задачи с использованием			+			+	+	+

математических моделей;								
– выбирать оптимальные методы исследования и решения прикладных задач.								
Владеть:								
– практическими навыками проведения исследований кинетических и каталитических процессов;		+	+	+		+		
– методами обработки и представления результатов исследований;			+	+		+	+	
– навыками общего анализа взаимосвязи структуры, свойств и реакционной способности веществ;	+				+		+	+
– методами расчёта количественных параметров реакционных систем.			+			+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту.	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам.	+	+	+	+	+	+	+	+
	ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства.	+		+	+		+		+
	ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования.	+	+	+	+	+			+
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции.	+		+	+	+	+		+
	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия	+	+	+	+	+	+	+	+

	применения конкретных технологий и технических средств.								

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по дисциплине «Химическая кинетика и катализ» не предусмотрено.

8.2. Тематический план практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость час	Форма контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Предмет и содержание курса химической кинетики и катализа.	2	Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5,
2	2	Кинетика гомогенных химических реакций, протекающих в потоке.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
3	3	Мономолекулярные и тримолекулярные реакции.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
4	4	Реакции в растворах.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
5	5	Гетерогенные реакции. Элементы диффузионной кинетики химических реакций.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
6	6	Каталитические реакции.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
7	7	Гетерогенные каталитические реакции.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
8	8	Гомогенные каталитические реакции.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студен-

там надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Выполнение лабораторного практикума по дисциплине «Химическая кинетика и катализ» не предусмотрено.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- ☐ повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- ☐ изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- ☐ использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- ☐ правильность выполнения задания;
- ☐ аккуратность в оформлении работы;
- ☐ использование специальной литературы;
- ☐ своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- 1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- 2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- 3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- 4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- 5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- ☐ в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- ☐ в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- ☐ методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- ☐ письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- ☐ выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- ☐ устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2023 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Семиохин И.А., Страхов Б.В., Осипов А.И. Кинетика химических реакций. — М.: Изд-во Московского университета, 1995. — 304 с.
2. Панченков Г. М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. — М.: Химия, 1985. — 256 с.
3. Бесков В. С Общая химическая технология. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. — 512 с.
4. Игнатенков В. И., Бесков В. С. Примеры и задачи по общей химической технологии. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. — 272 с.

б) дополнительная литература

1. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики. — М.: Высшая школа, 1976. — 208 с.
2. Иоффе О.М., Решетов В.А., Добротворский. Гетерогенный катализ. — Л.: Химия, 1985. — 256 с.
3. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. — М.: Наука, 1988. — 304 с.
5. Мелвин-Хьюз Е.А. Равновесия и кинетика реакций в растворах. — М.: ИЛ, 1975. — 352 с.

Договор с ЭБС «Лань» № 33.03-Р-3.1-5182/2022 от 26.09.2022г. ИКЗ : 22 1 7707072637 770701001 0054 000 5829 244 Договор № 33.03-Л-3.1-5181/2022 от 26.09.2022г. ИКЗ : 22 1 7707072637 770701001 0054 000 5829 244 Срок действия с 26.09.2022 г. по 25.09.2023 г.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Кинетика и катализ», ISSN 0453-8811
3. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
4. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
5. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
6. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
7. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2023).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2023).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2023).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2023).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2021).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- методические указания для выполнения лабораторных работ.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химическая кинетика и катализ» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено

Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470 Принтер лазерный Сканер	приспособлено
Лаборатория физико-химического анализа 473 (строение 13)	Установка для определения давления насыщенного пара жидкости; весы аналитические, весы технические. Эбулиоскоп, криоскоп, рефрактометр, термометр Бекмана, насос Камовского, барометр, компьютер/ноутбук, датчик для измерения температуры, фотоколориметр, спектрофотометр	приспособлено
Лаборатория кинетики 471 (строение 13)	Установки для исследования кинетики реакций в растворах и в твердой фазе, поляриметр, катетометр, водяная баня, термостат.	приспособлено
Лаборатория электрохимии 479 (строение 13)	Кондуктометр, рН-метр- милливольтметр, генератор низкочастотных сигналов, магазин сопротивлений, осциллограф, потенциометр, компьютер, датчик для измерения температуры	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук AcerExtensa 4230 IntelCeleron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)
Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MSWindows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки AzureDevToolsforTeaching (бывший MicrosoftImaginePremium (бывший DreamSpark - [TheNovomoskovskuniversity \(thebranch\) - EMDEPT - DreamSparkPremiumhttp://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897). Номер учетной записи e5: 100039214))

MSWord, MSExcel, MSPowerPoint из пакета MSOffice 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки AzureDevToolsforTeaching (бывший MicrosoftImaginePremium (бывший DreamSpark - [TheNovomoskovskuniversity \(thebranch\) - EMDEPT - DreamSparkPremiumhttp://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897). Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNULGPLlicense)

AdobeAcrobatReader - ПО [Acrobat Reader DC](http://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение AcrobatReader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRav.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Разделы 1-8	Знает: – основные закономерности химической кинетики и катализа, механизмы реакций и факторы, влияющие на скорость химических превращений; – природу каталитического действия, типы катализа и роль активных цен-	Собеседование по билетам

	тров; – современные физико-химические методы исследования кинетики и каталитических процессов; – теоретические основы физической химии, необходимые для анализа реакционных систем; – способы описания и моделирования кинетических и каталитических процессов. Умеет: – применять теоретические знания по кинетике и катализу при постановке и анализе экспериментов; – выбирать методику исследования, оборудование и условия эксперимента; – обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, определять параметры реакций; – выявлять лимитирующие стадии и прогнозировать влияние факторов на скорость реакций; – решать физико-химические и кинетические задачи с использованием математических моделей; – выбирать оптимальные методы исследования и решения прикладных задач. Владеет: – практическими навыками проведения исследований кинетических и каталитических процессов; – методами обработки и представления результатов исследований; – навыками общего анализа взаимосвязи структуры, свойств и реакционной способности веществ; – методами расчёта количественных параметров реакционных систем.	

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Химическая кинетика и катализ

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 3/ 108. Форма промежуточного контроля: 6 семестр - зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химическая кинетика и катализ» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, физической химии, коллоидной химии.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – формирование у студентов целостной системы знаний о фундаментальных принципах химической кинетики и катализа, механизмах химических реакций и методах их исследования, а также развитие компетенций, необходимых для анализа, моделирования и управления химико-технологическими процессами с использованием кинетических и каталитических подходов.

Задача дисциплины: – заключается в освоении фундаментальных закономерностей химической кинетики и катализа, механизмов элементарных реакций, факторов, определяющих скорость процессов, а также природы каталитического действия и роли активных центров. Студенты формируют понимание связи термодинамических, кинетических и структурных характеристик каталитических систем. Инженерно-технологические задачи включают анализ природных и техногенных процессов с позиций кинетики и катализа, выбор оптимальных катализаторов и режимов работы, а также освоение принципов разработки и масштабирования каталитических технологий.

4. Содержание дисциплины

№ раз-дела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Предмет и содержание курса химической кинетики и катализа.	Современные направления развития кинетики и катализа в химии и химической промышленности (нанокатализ, биокатализ, компьютерное моделирование). Основные понятия и определения.
2	Кинетика гомогенных химических реакций, протекающих в потоке.	Режимы вытеснения и перемешивания. Общее уравнение динамики и кинетики реакций в режиме идеального вытеснения. Кинетические уравнения необратимых реакций первого и второго порядка в режиме идеального вытеснения. Кинетическое описание обратимых и последовательных реакций первого порядка в потоке в режиме идеального вытеснения. Расчет энергии активации химической реакции, протекающей в потоке в режиме идеального вытеснения. Время установления стационарного состояния в режиме идеального вытеснения. Кинетика реакций в режиме идеального перемешивания. Кинетическое уравнение необратимой реакции первого порядка в режиме идеального вытеснения.
3	Мономолекулярные и три-молекулярные реакции.	Мономолекулярные реакции в газовой фазе. Мономолекулярные реакции в теории активированного комплекса. Тримолекулярные реакции в газовой фазе. Химическая активация. Рекомбинация атомов. Реакции ассоциации с участием молекул. Реакции между валентно-насыщенными молекулами.

4	Реакции в растворах.	Простейшая молекулярная модель жидкости. Энергия взаимодействия в жидких системах. Образование ионных пар в водных растворах. Число столкновений между ионами в растворе. Применение теории столкновений. Применение теории активированного комплекса. Соотношение между константами скорости. Энергия активации в газовой фазе и в растворе. Ионные реакции. Механизмы быстрых реакций в водных растворах.
5	Гетерогенные реакции. Элементы диффузионной кинетики химических реакций.	Особенности гетерогенных реакций. Реакции в системе газ-жидкость. Растворение газа в жидкостях. Реакция газа с поверхностью твердого тела. Общие закономерности. Кинетика реакций газа с поверхностью. Реакции в системе твердое-жидкость. Внешняя задача диффузионной кинетики. Внутренняя задача диффузионной кинетики. Макрокинетические области гетерогенно-каталитической реакции. Диффузионное торможение в реакциях газа с твердой поверхностью.
6	Каталитические реакции.	Твердые тела и их поверхности. Адсорбция. Катализ металлами и на полупроводниках. Механизмы промежуточного взаимодействия и поверхностное комплексобразование. Кислотно-основный катализ на твердой поверхности.
7	Гетерогенные каталитические реакции.	Сложные катализаторы и каталитические системы. Кинетика реакций на однородной поверхности (лэнгмюровская кинетика). Кинетика реакций в жидкой фазе. Макрокинетика гетерогенно-каталитических реакций. Основные закономерности массопереноса. Основные уравнения макрокинетики.
8	Гомогенные каталитические реакции.	Промежуточные стадии в гомогенном катализе. Общая схема расчета кинетики гомогенных каталитических реакций. Катализ кислотами и основаниями. электрофильный и нуклеофильный катализ. Катализ компонентными комплексами соединений переходных металлов.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

- основные закономерности химической кинетики и катализа, механизмы реакций и факторы, влияющие на скорость химических превращений;
- природу каталитического действия, типы катализа и роль активных центров;
- современные физико-химические методы исследования кинетики и каталитических процессов;
- теоретические основы физической химии, необходимые для анализа реакционных систем;
- способы описания и моделирования кинетических и каталитических процессов.

Уметь:

- применять теоретические знания по кинетике и катализу при постановке и анализе экспериментов;
- выбирать методику исследования, оборудование и условия эксперимента;
- обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, определять параметры реакций;

- выявлять лимитирующие стадии и прогнозировать влияние факторов на скорость реакций;
- решать физико-химические и кинетические задачи с использованием математических моделей;
- выбирать оптимальные методы исследования и решения прикладных задач.

Владеть:

- практическими навыками проведения исследований кинетических и каталитических процессов;
- методами обработки и представления результатов исследований;
- навыками общего анализа взаимосвязи структуры, свойств и реакционной способности веществ;
- методами расчёта количественных параметров реакционных систем.

6. Виды учебной работы и их объем

Вид учебной работы	Семестр 6		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,00	108	81,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	32	36,00
Лекции	0,44	16	12,00
Практические занятия	0,44	16	12,00
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Форма (ы) контроля:	зачет		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной и научной работе
Новомосковского института РХТУ им. Д.И.
Менделеева

_____ **А.В. ОВЧАРОВ**

« _____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные проблемы катализа

направление подготовки:

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль): Химическая технология. Неорганический профиль.
Нanomатериалы.

Квалификация: бакалавр

Форма обучения

очная

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалиста, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 №245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922(Зарегистрировано в Минюсте России 19.08.2020 г. № 59336);

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 19.08.2020 г. № 59336) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ТНКЭПНИРХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт).

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является формирование у студентов компетенций, связанных с пониманием теоретических основ катализа, на использовании которого базируются многие крупномасштабные нефте- и газоперерабатывающие, органические и неорганические производства химической промышленности, для последующего применения полученных знаний и навыков; способностей к приобретению новых знаний в области промышленного катализа и технологии катализаторов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными законами и особенностями применения катализаторов в процессах переработки сырья, получения продуктов и защиты окружающей среды;
- изучение основных способов приготовления катализаторов и адсорбентов; современные тенденции приготовления и использования контактных масс и адсорбентов;
- получение навыков применения изученных методов к решению конкретных задач.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина **Современные проблемы катализа** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока комплексные модули.

Дисциплина базируется на дисциплинах «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Органическая химия», «Физическая химия», «Общая химическая технология», «Химические реакторы».

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижений компетенций
ПК-1 Способен подбирать, настраивать, обслуживать, готовить к ремонту,	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам.

эксплуатировать, устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования с учетом требований технической документации.	ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства.
	ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования.
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции.
	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

Методы научного подбора катализаторов для основных технологических процессов; значение и место катализаторов и адсорбентов в мировой экономике; состояние и тенденции развития катализаторной промышленности; теоретические основы катализа и каталитических процессов. основные способы приготовления и состав катализаторов и адсорбентов; сырьё, используемое для их приготовления, а также современные направления развития отрасли; потребительские характеристики катализаторов и адсорбентов; проблемы экологизации технологических процессов, ресурсо- и энергосбережения в каталитических процессах; способы предотвращения отравления катализаторов, их регенерации и утилизации.

Уметь:

Рассчитывать и анализировать технологические схемы процессов переработки сырья с использованием катализаторов; пользоваться справочными материалами и методами математического моделирования при проведении расчетов и корректировке параметров каталитического процесса. осуществлять оценку и анализ основных потребительских свойств катализаторов и адсорбентов; анализ и обобщение результатов исследовательской работы, их использование в практической деятельности.

Владеть:

Набором знаний и установленных правил для чтения, понимания и составления научно-исследовательской и проектно-конструкторской документации; навыками работы с приборами, используемыми в научно-исследовательской работе при оценке физико-химических и эксплуатационных свойств катализаторов. Методами технологического и конструктивного расчета основных аппаратов, в которых проводятся каталитические и адсорбционные процессы; расчета необходимого количества катализаторов и адсорбентов для проведения конкретного химико-технологического процесса.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Общая трудоемкость (з.е./час): 3/108. Контактная работа аудиторная 32 часа, из них: лекций 16 час., практические занятия 16 час. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Семестр 6

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Контактная работа - аудиторные		32
Лекции		16
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		-
Самостоятельная работа		76
Форма (ы) контроля: зачет		-

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Роль катализаторов в химической промышленности.	7	1	-	-	6
2	Общие сведения о катализе и катализаторах.	17	3	4	-	10
3	Типы процессов и реакторов. Гомогенный и гетерогенный катализ.	20	4	4	-	12
4	Промышленные катализаторы.	26	4	4	-	18
5	Основные способы производства катализаторов.	19	1	-	-	18
6	Методы исследования катализаторов.	14	2	4	-	8
7	Научные основы разработки и подбора катализаторов.	5	1	-	-	4
	ИТОГО	108	16	16	-	76

6.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Роль катализаторов в химической промышленности.	Роль катализа в становлении и развитии современной промышленности. Основы предвидения каталитического действия, исторические этапы развития теоретических представлений в катализе, современные тенденции в развитии методов поиска катализаторов. Общее значение катализа и каталитических технологий для экономики. Катализ как важнейший элемент устойчивого развития при смене сырьевой базы экономики. Определение, области применения и значение. Современные каталитические производства и тенденции их развития
2	Общие сведения о	Основные особенности и значение явлений катализа, его сущность.

	катализе и катализаторах.	Понятие энергии активации. Способы выражения активности катализатора. Промоторы и ингибиторы. Классификация каталитических процессов по механизму протекания реакции. Зависимость активности от химического состава, внутреннего и внешнего строения катализатора. Влияние основных параметров химико-технологического процесса на активность катализаторов. Основные стадии каталитического процесса. Понятие лимитирующей стадии. Способы интенсификации каталитического процесса в различных областях его протекания.
3	Типы процессов и реакторов. Гомогенный и гетерогенный катализ.	Проблемы масштабного перехода от лабораторных условий к промышленной реализации. Особенности протекания процессов при гомогенном и гетерогенном катализе. Макрокинетика каталитических реакций с позиций химика-технолога. Каталитические процессы в газах и в жидкой фазе. Внутридиффузионное торможение скорости реакции. Квазигомогенная модель в рамках диффузионного механизма переноса массы и тепла. Молекулярная и кнудсеновская диффузия. Влияние процессов массо- и теплопереноса на протекание химической реакции в слое катализатора. Каталитические реакторы различных конструкций, определение их оптимальных рабочих режимов. Конструкции каталитических реакторов в современных химических производствах, их основные характеристики. Требования к конструкции реакторов. Факторы, определяющие выбор типа реактора. Оптимальные температурные режимы для необратимых и обратимых реакций. Реакторы с неподвижным слоем катализатора. Реакторы с взвешенным и движущимся слоями катализатора.
4	Промышленные катализаторы.	Прочность и износоустойчивость контактных масс. Селективность. Текстульные и структурные характеристики катализаторов. Термическая стабильность. Оптимальные гидродинамические характеристики катализаторов. Каталитические яды. Обратимое и необратимое, истинное и ложное отравление катализаторов. Способы восстановления и регенерации контактных масс. Примеры промышленных каталитических процессов: переработка нефти и природного газа, производство аммиака, азотной и серной кислот; производство метанола, синтез Фишера – Тропша, крекинг, процессы полимеризации. Экологически безопасные технологии. Каталитические способы для решения экологических проблем. Очистка отходящих газов промышленных производств от окислов азота, сернистых соединений, окислов углерода и т. д.
5	Основные способы производства катализаторов.	Подготовка и синтез исходных веществ для приготовления катализаторов. Требования к исходному сырью. Осажденные контактные массы. Катализаторы на носителях, получаемые методом пропитки. Контактные массы, получаемые механическим смешением компонентов. Плавленные и скелетные контактные массы. Катализаторы на основе природных глин, цеолитов, ионообменных смол. Термическая обработка катализаторов.
6	Методы исследования катализаторов.	Методы исследования прочности, удельной поверхности, активности. Методы проведения кинетического эксперимента, критерии для определения степени использования гранулы катализатора, критерии эффективности каталитического процесса. Экспериментальные методы определения скоростей реакций. Статические и проточные (динамические) методы, интегральные и дифференциальные реакторы. Модели идеальных реакторов - идеального смешения и идеального вытеснения.
7	Научные основы разработки и подбора катализаторов.	Основы предвидения каталитического действия. Цели и задачи научных основ приготовления и технологии катализаторов. Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления. Нетрадиционные подходы к приготовлению катализаторов с применением современных нанотехнологий.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.
1	2, 6	Определение лимитирующей стадии каталитического процесса. Определение энергии активации. Вывод кинетического уравнения каталитической реакции.	10
2	3	Расчет объема катализатора в колонне на примере синтеза аммиака.	3
3	4	Расчет материального и теплового балансов на примере реактора каталитической очистки в производстве неконцентрированной азотной кислоты.	3
Итого			16

8.2. Лабораторные занятия

Лабораторных занятий не предусмотрено.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета, экзамена, лабораторному практикуму по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформления отчета, своевременность сдачи.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;

- самостоятельно выполнить индивидуальные задания;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.6. Реферат

Реферат – индивидуальная письменная, самостоятельно выполненная, работа обучающегося, предполагающая анализ изложения в научных и других источниках определенной научной проблемы или вопроса.

Обычно реферат имеет стандартную структуру: титульный лист, содержание, введение, основное содержание темы, заключение, список использованных источников, приложения.

Оценивается оригинальность реферата, системность излагаемого материала, логика изложения и убедительность аргументации, полнота использованных источников, оформление, своевременность срока сдачи, публичная защита реферата.

Оценивание реферата осуществляет преподаватель. Реферат, сданные студентом после окончания зачетной недели текущего семестра, в котором он должен быть выполнен, не оценивается.

По данной дисциплине студентом может быть подготовлен реферат. Тема реферата определяется преподавателем с учетом пожеланий студента.

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструкции по технике безопасности.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

- а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, схему установки, рабочие формулы; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;
- б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;
- в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует лабораторный журнал (в качестве лабораторного журнала студент использует общую тетрадь) или не подготовлен протокол;
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия, как правило, допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление работы завершается написанием выводов.

Выполненная работа отмечается в журнале студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По самостоятельному выполнению индивидуальных заданий

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.
2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т.е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.
6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений, целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.
7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц.
8. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не

всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеки и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол;
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;
- в) отсутствует халат.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление работы завершается написанием выводов.

Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение

текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Сибаров Д.А., Смирнова Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: Учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 200с.	https://e.lanbook.com/reader/book/102250/#1	да
Колпакова Н.А., Романенко С.В., Колпаков В.А. Сборник задач по химической кинетике: Учебное пособие. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 280с.	https://e.lanbook.com/reader/book/105991/#1	да

б) дополнительная литература

Дополнительная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Основы химической кинетики и катализа: учеб. пособ. / В. М. Байрамов. - М., 2003. - 256 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Гетерогенный катализ. Физико-химические основы: И.И. Иоффе, А.М. Решетов, А.М. Добротворский. - Л.: Химия, 1985. - 224 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

12.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Информационно-правовой сервер «КонсультантПлюс» –URL:
<http://www.consultant.ru/>;
- Библиотека Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. URL: [http HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS":// HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"irbis HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS". HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"nirhtu HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS". HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"ru HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"/ HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"ISAPI HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

[illegible]

- ИНТУИТ. Национальный открытый университет. URL: <https://www.intuit.ru/>; <https://www.intuit.ru/www>; <https://www.intuit.ru/intuit>; <https://www.intuit.ru/ru>; <https://www.intuit.ru/>;
- Компьютерные презентации интерактивных лекций;
- Банк заданий для текущего и итогового контроля освоения дисциплины;
- Информационно-методические материалы: учебные и методические пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками.
- Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
<u>№ 407</u> Аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Презентационная техника (экран, проектор, ноутбук). Аудитория оборудована учебной мебелью, меловой доской	приспособлено
<u>№ 412</u> Учебная лаборатория «Технологии связанного азота» для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Шкаф вытяжной, насос вакуумный, водяная баня, аппарат для встряхивания, весы аналит. ВЛА-200, газоанализатор, дистиллятор, элплитка. Стеклоянная и фарфоровая химическая посуда; Химические реактивы Лаборатория оборудована учебной и лабораторной мебелью, меловой доской.	приспособлено
<u>№ 413</u> Аудитория для самостоятельной работы студентов	Помещение для самостоятельной работы студентов оборудовано офисной мебелью, 3 компьютерами, 2 компьютера имеют подключения к сети «Интернет», к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Проектор.

13.2. Программное обеспечение

- Операционная система (MSWindows XP распространяется под лицензией TheNovomoskovskuniversity [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897" ([HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"thebranch [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897") - [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"EMDEPT [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897" - [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"DreamSparkPremium [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"http [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897":// [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"e [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"5. [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"onthehub [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897". [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"com [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"/ [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"WebStore [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"/ [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>Welcome [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897". [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"aspx [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"? [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"vsro [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"=8 [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-

0030487d8897"& HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)ws HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)=9 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)f HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)5 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)a HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)10 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)ad HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)- HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)c HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)98 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)b HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)- HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)e HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)011-969 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)d HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)-0030487 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)d HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)8897. Номер учетной записи e5: 100039214)

- Текстовый редактор (LibreOfficeWriter) распространяется под лицензией LGPLv3
- Табличный процессор (LibreOfficeCalc) распространяется под лицензией LGPLv3
- Редактор презентаций (LibreOfficeImpress) распространяется под лицензией LGPLv3
- Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNULGPLlicense)
- AdobeAcrobatReader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение AcrobatReader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

- Браузер MozillaFireFox (распространяется под лицензией MozillaPublicLicense 2.0 (MPL))
- ПО для инженерных математических расчетов - MathCadExpress 3.0 - Бесплатно в течение неограниченного срока. (<https://www.ptc.com/ru/products/mathcad-express-free-download>).

ЭБС «Лань». Соглашение о сотрудничестве.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде знаний текущий контроль организуется в формах:

- краткого опроса обучающихся (фронтальная беседа) по важнейшим вопросам пройденной темы с целью установления связи нового материала с ранее изученным;

– выполнения контрольных работ по пройденному материалу;

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков (владений) текущий контроль организуется в формах:

– проверки индивидуальных заданий (решения простых и/или сложных практико-ориентированных заданий); простые задания используются для оценки умений. Они представляют собой задачи в одно или два действия. Сложные задания используются для оценки навыков. Они представляют собой усложненные расчеты тех параметров, которые рассчитывались в контрольных работах, но в расширенном виде;

– проверки подготовки необходимых данных для расчета одного или нескольких параметров, определяемых в лабораторных работах, но в условиях, отличных от заданных ранее;

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная защита отчетов к лабораторным работам и письменные индивидуальные заданий.

Критерии для оценивания устного опроса

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзаменов.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося по дисциплине фиксируются в электронной информационно-образовательной среде Института в соответствии с требованиями Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» от 27.10.2017 г.

Уровень сформированности компетенций			
высокий		пороговый	не сформирована
оценка «отлично»	оценка «хорошо»	оценка «удовлетворительно»	оценка «неудовлетворительно»
Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	Демонстрирует понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.	Демонстрирует понимание проблемы. В основном требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Демонстрирует непонимание проблемы. Задания не выполнены
Полные ответы на все теоретические вопросы.	Ответы по существу на все теоретические вопросы.	Ответы по существу на все теоретические вопросы, но не имеется доказательств, выводов, обоснований.	Ответы менее чем на половину теоретических вопросов.

Практические задания выполнены в полном объеме.	Практические задания выполнены.	Намечены схемы решения предложенных практических заданий.	Решение практических заданий не предложено.
Получены адекватные значения всех расчетных заданных критериев.	Допущена неточность в расчете заданных критериев.		

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

Современные проблемы катализа

1. Общая трудоемкость (з.е./час): (з.е./час): 3/108. Контактная работа аудиторная 32 часа, из них: лекций 16 час., практические занятия 16 час. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **Технология катализаторов и каталитические процессы** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока комплексные модули.

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях) «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Органическая химия», «Физическая химия», «Общая химическая технология», «Химические реакторы».

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов компетенций, связанных с пониманием теоретических основ катализа, на использовании которого базируются многие крупномасштабные нефте- и газоперерабатывающие, органические и неорганические производства химической промышленности, для последующего применения полученных знаний и навыков; способностей к приобретению новых знаний в области промышленного катализа и технологии катализаторов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными законами и особенностями применения катализаторов в процессах переработки сырья, получения продуктов и защиты окружающей среды;
- изучение основных способов приготовления катализаторов и адсорбентов; современные тенденции приготовления и использования контактных масс и адсорбентов;
- получение навыков применения изученных методов к решению конкретных задач.

4. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Роль катализаторов в химической промышленности.	Роль катализа в становлении и развитии современной промышленности. Основы предвидения каталитического действия, исторические этапы развития теоретических представлений в катализе, современные тенденции в развитии методов поиска катализаторов. Общее значение катализа и каталитических технологий для экономики. Катализ как важнейший элемент устойчивого развития при смене сырьевой базы экономики. Определение, области применения и значение. Современные каталитические производства и тенденции их развития
2	Общие сведения о катализе и	Основные особенности и значение явлений катализа, его сущность.

	катализаторах.	Понятие энергии активации. Способы выражения активности катализатора. Промоторы и ингибиторы. Классификация каталитических процессов по механизму протекания реакции. Зависимость активности от химического состава, внутреннего и внешнего строения катализатора. Влияние основных параметров химико-технологического процесса на активность катализаторов. Основные стадии каталитического процесса. Понятие лимитирующей стадии. Способы интенсификации каталитического процесса в различных областях его протекания.
3	Типы процессов и реакторов. Гомогенный и гетерогенный катализ.	Проблемы масштабного перехода от лабораторных условий к промышленной реализации. Особенности протекания процессов при гомогенном и гетерогенном катализе. Макрокинетика каталитических реакций с позиций химика-технолога. Каталитические процессы в газах и в жидкой фазе. Внутридиффузионное торможение скорости реакции. Квазигомогенная модель в рамках диффузионного механизма переноса массы и тепла. Молекулярная и кнудсеновская диффузия. Влияние процессов массо- и теплопереноса на протекание химической реакции в слое катализатора. Каталитические реакторы различных конструкций, определение их оптимальных рабочих режимов. Конструкции каталитических реакторов в современных химических производствах, их основные характеристики. Требования к конструкции реакторов. Факторы, определяющие выбор типа реактора. Оптимальные температурные режимы для необратимых и обратимых реакций. Реакторы с неподвижным слоем катализатора. Реакторы с взвешенным и движущимся слоями катализатора.
4	Промышленные катализаторы.	Прочность и износоустойчивость контактных масс. Селективность. Текстульные и структурные характеристики катализаторов. Термическая стабильность. Оптимальные гидродинамические характеристики катализаторов. Каталитические яды. Обратимое и необратимое, истинное и ложное отравление катализаторов. Способы восстановления и регенерации контактных масс. Примеры промышленных каталитических процессов: переработка нефти и природного газа, производство аммиака, азотной и серной кислот; производство метанола, синтез Фишера – Тропша, крекинг, процессы полимеризации. Экологически безопасные технологии. Каталитические способы для решения экологических проблем. Очистка отходящих газов промышленных производств от окислов азота, сернистых соединений, окислов углерода и т. д.
5	Основные способы производства катализаторов.	Подготовка и синтез исходных веществ для приготовления катализаторов. Требования к исходному сырью. Осажденные контактные массы. Катализаторы на носителях, получаемые методом пропитки. Контактные массы, получаемые механическим смешением компонентов. Плавленные и скелетные контактные массы. Катализаторы на основе природных глин, цеолитов, ионообменных смол. Термическая обработка катализаторов.
6	Методы исследования катализаторов.	Методы исследования прочности, удельной поверхности, активности. Методы проведения кинетического эксперимента, критерии для определения степени использования гранулы катализатора, критерии эффективности каталитического процесса. Экспериментальные методы определения скоростей реакций. Статические и проточные (динамические) методы, интегральные и дифференциальные реакторы. Модели идеальных реакторов - идеального смешения и идеального вытеснения.
7	Научные основы разработки и подбора катализаторов.	Основы предвидения каталитического действия. Цели и задачи научных основ приготовления и технологии катализаторов. Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления. Нетрадиционные подходы к приготовлению катализаторов с применением современных нанотехнологий.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижений компетенций
ПК-1 Способен подбирать, настраивать, обслуживать, готовить к ремонту, эксплуатировать, устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования с учетом требований технической документации.	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам.
	ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства.
	ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования.
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции.
	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

Методы научного подбора катализаторов для основных технологических процессов; значение и место катализаторов и адсорбентов в мировой экономике; состояние и тенденции развития катализаторной промышленности; теоретические основы катализа и каталитических процессов, основные способы приготовления и состав катализаторов и адсорбентов; сырьё, используемое для их приготовления, а также современные направления развития отрасли; потребительские характеристики катализаторов и адсорбентов; проблемы экологизации технологических процессов, ресурсо- и энергосбережения в каталитических процессах; способы предотвращения отравления катализаторов, их регенерации и утилизации.

Уметь:

Рассчитывать и анализировать технологические схемы процессов переработки сырья с использованием катализаторов; пользоваться справочными материалами и методами математического моделирования при проведении расчетов и корректировке параметров каталитического процесса. осуществлять оценку и анализ основных потребительских свойств катализаторов и адсорбентов; анализ и обобщение результатов исследовательской работы, их использование в практической деятельности.

Владеть:

Набором знаний и установленных правил для чтения, понимания и составления научно-исследовательской и проектно-конструкторской документации; навыками работы с приборами, используемыми в научно-исследовательской работе при оценке физико-химических и эксплуатационных свойств катализаторов.

Методами технологического и конструктивного расчета основных аппаратов, в которых проводятся каталитические и адсорбционные процессы; расчета необходимого количества катализаторов и адсорбентов для проведения конкретного химико-технологического процесса.

6. Виды учебной работы и их объем

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Контактная работа - аудиторные		32
Лекции		16
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		-
Самостоятельная работа		76
Форма (ы) контроля: зачет		-

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.11.01 Химическая кинетика и катализ

Направление подготовки 18.03.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Программа бакалавриата Неорганический профиль. Модуль по выбору.
Нanomатериалы

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: Очная

Новомосковск - 2026

Разработчик:

Профессор кафедры «Фундаментальная химия»
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,
д.х.н., профессор Добрыдnev С. В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Фундаментальная химия»

Протокол № _____ от _____

Зав. кафедрой: д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

Эксперт:

Руководитель ООП

Руководитель, д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с деканом химико-технологического факультета

Декана факультета: к.х.н., доцент

Костылева Е.И.

«__» _____ 2026 г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

Кизим Н.Ф.

«__» _____ 2026 г

Аннотация рабочей программы дисциплины приведена в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 г N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 910 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413)(ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИРХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов целостной системы знаний о фундаментальных принципах химической кинетики и катализа, механизмах химических реакций, а также развитие компетенций, необходимых для анализа, моделирования и управления химико-технологическими процессами с использованием кинетических и каталитических подходов.

Задача дисциплины – заключается в освоении фундаментальных закономерностей химической кинетики и катализа, механизмов элементарных реакций, факторов, определяющих скорость процессов, а также природы каталитического действия и роли активных центров. Студенты формируют понимание связи термодинамических, кинетических и структурных характеристик каталитических систем. Инженерно-технологические задачи включают анализ природных и техногенных процессов с позиций кинетики и катализа, выбор оптимальных катализаторов и режимов работы, а также освоение принципов разработки и масштабирования каталитических технологий.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химическая кинетика и катализ» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, физической химии, коллоидной химии.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Технологический, научно-исследовательский	ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту.	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам. ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства. ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования.
	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции. ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные закономерности химической кинетики и катализа, механизмы реакций и факторы, влияющие на скорость химических превращений;
- природу каталитического действия, типы катализа и роль активных центров;
- современные физико-химические методы исследования кинетики и каталитических процессов;
- теоретические основы физической химии, необходимые для анализа реакционных систем;
- способы описания и моделирования кинетических и каталитических процессов.

Уметь:

- применять теоретические знания по кинетике и катализу при постановке и анализе экспериментов;
- выбирать методику исследования, оборудование и условия эксперимента;
- обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, определять параметры реакций;
- выявлять лимитирующие стадии и прогнозировать влияние факторов на скорость реакций;
- решать физико-химические и кинетические задачи с использованием математических моделей;
- выбирать оптимальные методы исследования и решения прикладных задач.

Владеть:

- практическими навыками проведения исследований кинетических и каталитических процессов;
- методами обработки и представления результатов исследований;
- навыками общего анализа взаимосвязи структуры, свойств и реакционной способности веществ;
- методами расчёта количественных параметров реакционных систем.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Вид учебной работы	Семестр 6		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,00	108	81,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	32	36,00
Лекции	0,44	16	12,00
Практические занятия	0,44	16	12,00
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Форма (ы) контроля:	зачет		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме практ. подг.	Сам. работа
1.	Тема 1. Предмет и содержание курса химической кинетики и катализа.	13,5		2		2		9,5
2.	Тема 2. Кинетика гомогенных химических реакций, протекающих в потоке.	13,5		2		2		9,5
3.	Тема 3. Мономолекулярные и тримолекулярные реакции.	13,5		2		2		9,5
4.	Тема 4. Реакции в растворах.	13,5		2		2		9,5
5.	Тема 5. Гетерогенные реакции. Элементы диффузионной кинетики.	13,5		2		2		9,5

	тики химических реакций.							
6.	Тема 6. Каталитические реакции.	13,5		2		2		9,5
7.	Тема 7 Гетерогенные каталитические реакции.	13,5		2		2		9,5
8.	Тема 8. Гомогенные каталитические реакции.	13,5		2		2		9,5

6.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Предмет и содержание курса химической кинетики и катализа.	Современные направления развития кинетики и катализа в химии и химической промышленности (нанокатализ, биокатализ, компьютерное моделирование). Основные понятия и определения.
2	Кинетика гомогенных химических реакций, протекающих в потоке.	Режимы вытеснения и перемешивания. Общее уравнение динамики и кинетики реакций в режиме идеального вытеснения. Кинетические уравнения необратимых реакций первого и второго порядка в режиме идеального вытеснения. Кинетическое описание обратимых и последовательных реакций первого порядка в потоке в режиме идеального вытеснения. Расчет энергии активации химической реакции, протекающей в потоке в режиме идеального вытеснения. Время установления стационарного состояния в режиме идеального вытеснения. Кинетика реакций в режиме идеального перемешивания. Кинетическое уравнение необратимой реакции первого порядка в режиме идеального вытеснения.
3	Мономолекулярные и три-молекулярные реакции.	Мономолекулярные реакции в газовой фазе. Мономолекулярные реакции в теории активированного комплекса. Тримолекулярные реакции в газовой фазе. Химическая активация. Рекомбинация атомов. Реакции ассоциации с участием молекул. Реакции между валентно-насыщенными молекулами.
4	Реакции в растворах.	Простейшая молекулярная модель жидкости. Энергия взаимодействия в жидких системах. Образование ионных пар в водных растворах. Число столкновений между ионами в растворе. Применение теории столкновений. Применение теории активированного комплекса. Соотношение между константами скорости. Энергия активации в газовой фазе и в растворе. Ионные реакции. Механизмы быстрых реакций в водных растворах.
5	Гетерогенные реакции. Элементы диффузионной кинетики химических реакций.	Особенности гетерогенных реакций. Реакции в системе газ-жидкость. Растворение газа в жидкостях. Реакция газа с поверхностью твердого тела. Общие закономерности. Кинетика реакций газа с поверхностью. Реакции в системе твердое-жидкость. Внешняя задача диффузионной кинетики. Внутренняя задача диффузионной кинетики. Макрокинетические области гетерогенно-каталитической реакции. Диффузионное торможение в реакциях газа с твердой поверхностью.

6	Каталитические реакции.	Твердые тела и их поверхности. Адсорбция. Катализ металлами и на полупроводниках. Механизмы промежуточного взаимодействия и поверхностное комплексообразование. Кислотно-основный катализ на твердой поверхности.
7	Гетерогенные каталитические реакции.	Сложные катализаторы и каталитические системы. Кинетика реакций на однородной поверхности (лэнгмюровская кинетика). Кинетика реакций в жидкой фазе. Макрокинетика гетерогенно-каталитических реакций. Основные закономерности массопереноса. Основные уравнения макрокинетики.
8	Гомогенные каталитические реакции.	Промежуточные стадии в гомогенном катализе. Общая схема расчета кинетики гомогенных каталитических реакций. Катализ кислотами и основаниями. электрофильный и нуклеофильный катализ. Катализ компонентными комплексами соединений переходных металлов.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
Знать:								
– основные закономерности химической кинетики и катализа, механизмы реакций и факторы, влияющие на скорость химических превращений;	+	+	+		+			
– природу каталитического действия, типы катализа и роль активных центров;	+	+			+			
– современные физико-химические методы исследования кинетики и каталитических процессов;		+	+	+		+		
– теоретические основы физической химии, необходимые для анализа реакционных систем;	+				+			
– способы описания и моделирования кинетических и каталитических процессов.			+			+	+	+
Уметь:								
– применять теоретические знания по кинетике и катализу при постановке и анализе экспериментов;		+	+	+		+		
– выбирать методику исследования, оборудование и условия эксперимента;		+	+	+		+		
– обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, определять параметры реакций;			+	+		+	+	
– выявлять лимитирующие стадии и прогнозировать влияние факторов на скорость реакций;	+		+		+	+	+	
– решать физико-химические и кинетические задачи с использованием			+			+	+	+

математических моделей;								
– выбирать оптимальные методы исследования и решения прикладных задач.								
Владеть:								
– практическими навыками проведения исследований кинетических и каталитических процессов;		+	+	+		+		
– методами обработки и представления результатов исследований;			+	+		+	+	
– навыками общего анализа взаимосвязи структуры, свойств и реакционной способности веществ;	+				+		+	+
– методами расчёта количественных параметров реакционных систем.			+			+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту.	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам.	+	+	+	+	+	+	+	+
	ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства.	+		+	+		+		+
	ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования.	+	+	+	+	+			+
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции.	+		+	+	+	+		+
	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия	+	+	+	+	+	+	+	+

	применения конкретных технологий и технических средств.								

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по дисциплине «Химическая кинетика и катализ» не предусмотрено.

8.2. Тематический план практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость час	Форма контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Предмет и содержание курса химической кинетики и катализа.	2	Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5,
2	2	Кинетика гомогенных химических реакций, протекающих в потоке.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
3	3	Мономолекулярные и тримолекулярные реакции.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
4	4	Реакции в растворах.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
5	5	Гетерогенные реакции. Элементы диффузионной кинетики химических реакций.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
6	6	Каталитические реакции.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
7	7	Гетерогенные каталитические реакции.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2
8	8	Гомогенные каталитические реакции.	2	Беседа, Опрос, решение задач по теме, определенных тематикой семинара.	ПК-1.2, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студен-

там надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Выполнение лабораторного практикума по дисциплине «Химическая кинетика и катализ» не предусмотрено.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- ☐ повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- ☐ изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- ☐ использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- ☐ правильность выполнения задания;
- ☐ аккуратность в оформлении работы;
- ☐ использование специальной литературы;
- ☐ своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- 1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- 2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- 3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- 4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- 5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- ☐ в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- ☐ в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- ☐ методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- ☐ письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- ☐ выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- ☐ устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2023 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Семиохин И.А., Страхов Б.В., Осипов А.И. Кинетика химических реакций. — М.: Изд-во Московского университета, 1995. — 304 с.
2. Панченков Г. М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. — М.: Химия, 1985. — 256 с.
3. Бесков В. С Общая химическая технология. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. — 512 с.
4. Игнатенков В. И., Бесков В. С. Примеры и задачи по общей химической технологии. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. — 272 с.

б) дополнительная литература

1. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики. — М.: Высшая школа, 1976. — 208 с.
2. Иоффе О.М., Решетов В.А., Добротворский. Гетерогенный катализ. — Л.: Химия, 1985. — 256 с.
3. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. — М.: Наука, 1988. — 304 с.
5. Мелвин-Хьюз Е.А. Равновесия и кинетика реакций в растворах. — М.: ИЛ, 1975. — 352 с.

Договор с ЭБС «Лань» № 33.03-Р-3.1-5182/2022 от 26.09.2022г. ИКЗ : 22 1 7707072637 770701001 0054 000 5829 244 Договор № 33.03-Л-3.1-5181/2022 от 26.09.2022г. ИКЗ : 22 1 7707072637 770701001 0054 000 5829 244 Срок действия с 26.09.2022 г. по 25.09.2023 г.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Кинетика и катализ», ISSN 0453-8811
3. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
4. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
5. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
6. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
7. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2023).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2023).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2023).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2023).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2021).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- методические указания для выполнения лабораторных работ.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химическая кинетика и катализ» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено

Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470 Принтер лазерный Сканер	приспособлено
Лаборатория физико-химического анализа 473 (строение 13)	Установка для определения давления насыщенного пара жидкости; весы аналитические, весы технические. Эбулиоскоп, криоскоп, рефрактометр, термометр Бекмана, насос Камовского, барометр, компьютер/ноутбук, датчик для измерения температуры, фотоколориметр, спектрофотометр	приспособлено
Лаборатория кинетики 471 (строение 13)	Установки для исследования кинетики реакций в растворах и в твердой фазе, поляриметр, катетометр, водяная баня, термостат.	приспособлено
Лаборатория электрохимии 479 (строение 13)	Кондуктометр, pH-метр- милливольтметр, генератор низкочастотных сигналов, магазин сопротивлений, осциллограф, потенциометр, компьютер, датчик для измерения температуры	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук AcerExtensa 4230 IntelCeleron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)
Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MSWindows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки AzureDevToolsforTeaching (бывший MicrosoftImaginePremium (бывший DreamSpark - [TheNovomoskovskuniversity \(thebranch\) - EMDEPT - DreamSparkPremiumhttp://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897). Номер учетной записи e5: 100039214))

MSWord, MSExcel, MSPowerPoint из пакета MSOffice 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки AzureDevToolsforTeaching (бывший MicrosoftImaginePremium (бывший DreamSpark - [TheNovomoskovskuniversity \(thebranch\) - EMDEPT - DreamSparkPremiumhttp://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897). Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNULGPLlicense)

AdobeAcrobatReader - ПО [Acrobat Reader DC](http://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение AcrobatReader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRav.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Разделы 1-8	Знает: – основные закономерности химической кинетики и катализа, механизмы реакций и факторы, влияющие на скорость химических превращений; – природу каталитического действия, типы катализа и роль активных цен-	Собеседование по билетам

	тров; – современные физико-химические методы исследования кинетики и каталитических процессов; – теоретические основы физической химии, необходимые для анализа реакционных систем; – способы описания и моделирования кинетических и каталитических процессов. Умеет: – применять теоретические знания по кинетике и катализу при постановке и анализе экспериментов; – выбирать методику исследования, оборудование и условия эксперимента; – обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, определять параметры реакций; – выявлять лимитирующие стадии и прогнозировать влияние факторов на скорость реакций; – решать физико-химические и кинетические задачи с использованием математических моделей; – выбирать оптимальные методы исследования и решения прикладных задач. Владеет: – практическими навыками проведения исследований кинетических и каталитических процессов; – методами обработки и представления результатов исследований; – навыками общего анализа взаимосвязи структуры, свойств и реакционной способности веществ; – методами расчёта количественных параметров реакционных систем.	

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Химическая кинетика и катализ

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 3/ 108. Форма промежуточного контроля: 6 семестр - зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химическая кинетика и катализ» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, физической химии, коллоидной химии.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – формирование у студентов целостной системы знаний о фундаментальных принципах химической кинетики и катализа, механизмах химических реакций и методах их исследования, а также развитие компетенций, необходимых для анализа, моделирования и управления химико-технологическими процессами с использованием кинетических и каталитических подходов.

Задача дисциплины: – заключается в освоении фундаментальных закономерностей химической кинетики и катализа, механизмов элементарных реакций, факторов, определяющих скорость процессов, а также природы каталитического действия и роли активных центров. Студенты формируют понимание связи термодинамических, кинетических и структурных характеристик каталитических систем. Инженерно-технологические задачи включают анализ природных и техногенных процессов с позиций кинетики и катализа, выбор оптимальных катализаторов и режимов работы, а также освоение принципов разработки и масштабирования каталитических технологий.

4. Содержание дисциплины

№ раз-дела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Предмет и содержание курса химической кинетики и катализа.	Современные направления развития кинетики и катализа в химии и химической промышленности (нанокатализ, биокатализ, компьютерное моделирование). Основные понятия и определения.
2	Кинетика гомогенных химических реакций, протекающих в потоке.	Режимы вытеснения и перемешивания. Общее уравнение динамики и кинетики реакций в режиме идеального вытеснения. Кинетические уравнения необратимых реакций первого и второго порядка в режиме идеального вытеснения. Кинетическое описание обратимых и последовательных реакций первого порядка в потоке в режиме идеального вытеснения. Расчет энергии активации химической реакции, протекающей в потоке в режиме идеального вытеснения. Время установления стационарного состояния в режиме идеального вытеснения. Кинетика реакций в режиме идеального перемешивания. Кинетическое уравнение необратимой реакции первого порядка в режиме идеального вытеснения.
3	Мономолекулярные и три-молекулярные реакции.	Мономолекулярные реакции в газовой фазе. Мономолекулярные реакции в теории активированного комплекса. Тримолекулярные реакции в газовой фазе. Химическая активация. Рекомбинация атомов. Реакции ассоциации с участием молекул. Реакции между валентно-насыщенными молекулами.

4	Реакции в растворах.	Простейшая молекулярная модель жидкости. Энергия взаимодействия в жидких системах. Образование ионных пар в водных растворах. Число столкновений между ионами в растворе. Применение теории столкновений. Применение теории активированного комплекса. Соотношение между константами скорости. Энергия активации в газовой фазе и в растворе. Ионные реакции. Механизмы быстрых реакций в водных растворах.
5	Гетерогенные реакции. Элементы диффузионной кинетики химических реакций.	Особенности гетерогенных реакций. Реакции в системе газ-жидкость. Растворение газа в жидкостях. Реакция газа с поверхностью твердого тела. Общие закономерности. Кинетика реакций газа с поверхностью. Реакции в системе твердое-жидкость. Внешняя задача диффузионной кинетики. Внутренняя задача диффузионной кинетики. Макрокинетические области гетерогенно-каталитической реакции. Диффузионное торможение в реакциях газа с твердой поверхностью.
6	Каталитические реакции.	Твердые тела и их поверхности. Адсорбция. Катализ металлами и на полупроводниках. Механизмы промежуточного взаимодействия и поверхностное комплексобразование. Кислотно-основный катализ на твердой поверхности.
7	Гетерогенные каталитические реакции.	Сложные катализаторы и каталитические системы. Кинетика реакций на однородной поверхности (лэнгмюровская кинетика). Кинетика реакций в жидкой фазе. Макрокинетика гетерогенно-каталитических реакций. Основные закономерности массопереноса. Основные уравнения макрокинетики.
8	Гомогенные каталитические реакции.	Промежуточные стадии в гомогенном катализе. Общая схема расчета кинетики гомогенных каталитических реакций. Катализ кислотами и основаниями. электрофильный и нуклеофильный катализ. Катализ компонентными комплексами соединений переходных металлов.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

- основные закономерности химической кинетики и катализа, механизмы реакций и факторы, влияющие на скорость химических превращений;
- природу каталитического действия, типы катализа и роль активных центров;
- современные физико-химические методы исследования кинетики и каталитических процессов;
- теоретические основы физической химии, необходимые для анализа реакционных систем;
- способы описания и моделирования кинетических и каталитических процессов.

Уметь:

- применять теоретические знания по кинетике и катализу при постановке и анализе экспериментов;
- выбирать методику исследования, оборудование и условия эксперимента;
- обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, определять параметры реакций;

- выявлять лимитирующие стадии и прогнозировать влияние факторов на скорость реакций;
- решать физико-химические и кинетические задачи с использованием математических моделей;
- выбирать оптимальные методы исследования и решения прикладных задач.

Владеть:

- практическими навыками проведения исследований кинетических и каталитических процессов;
- методами обработки и представления результатов исследований;
- навыками общего анализа взаимосвязи структуры, свойств и реакционной способности веществ;
- методами расчёта количественных параметров реакционных систем.

6. Виды учебной работы и их объем

Вид учебной работы	Семестр 6		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,00	108	81,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,33	32	36,00
Лекции	0,44	16	12,00
Практические занятия	0,44	16	12,00
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Форма (ы) контроля:	зачет		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной и научной работе
Новомосковского института РХТУ им. Д.И.
Менделеева

_____ **А.В. ОВЧАРОВ**

« _____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные проблемы катализа

направление подготовки:

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль): Химическая технология. Неорганический профиль.
Нanomатериалы.

Квалификация: бакалавр

Форма обучения

очная

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалиста, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 №245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922(Зарегистрировано в Минюсте России 19.08.2020 г. № 59336);

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 19.08.2020 г. № 59336) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ТНКЭПНИРХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт).

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является формирование у студентов компетенций, связанных с пониманием теоретических основ катализа, на использовании которого базируются многие крупномасштабные нефте- и газоперерабатывающие, органические и неорганические производства химической промышленности, для последующего применения полученных знаний и навыков; способностей к приобретению новых знаний в области промышленного катализа и технологии катализаторов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными законами и особенностями применения катализаторов в процессах переработки сырья, получения продуктов и защиты окружающей среды;
- изучение основных способов приготовления катализаторов и адсорбентов; современные тенденции приготовления и использования контактных масс и адсорбентов;
- получение навыков применения изученных методов к решению конкретных задач.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина **Современные проблемы катализа** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока комплексные модули.

Дисциплина базируется на дисциплинах «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Органическая химия», «Физическая химия», «Общая химическая технология», «Химические реакторы».

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижений компетенций
ПК-1 Способен подбирать, настраивать, обслуживать, готовить к ремонту,	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам.

эксплуатировать, устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования с учетом требований технической документации.	ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства.
	ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования.
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции.
	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

Методы научного подбора катализаторов для основных технологических процессов; значение и место катализаторов и адсорбентов в мировой экономике; состояние и тенденции развития катализаторной промышленности; теоретические основы катализа и каталитических процессов. основные способы приготовления и состав катализаторов и адсорбентов; сырьё, используемое для их приготовления, а также современные направления развития отрасли; потребительские характеристики катализаторов и адсорбентов; проблемы экологизации технологических процессов, ресурсо- и энергосбережения в каталитических процессах; способы предотвращения отравления катализаторов, их регенерации и утилизации.

Уметь:

Рассчитывать и анализировать технологические схемы процессов переработки сырья с использованием катализаторов; пользоваться справочными материалами и методами математического моделирования при проведении расчетов и корректировке параметров каталитического процесса. осуществлять оценку и анализ основных потребительских свойств катализаторов и адсорбентов; анализ и обобщение результатов исследовательской работы, их использование в практической деятельности.

Владеть:

Набором знаний и установленных правил для чтения, понимания и составления научно-исследовательской и проектно-конструкторской документации; навыками работы с приборами, используемыми в научно-исследовательской работе при оценке физико-химических и эксплуатационных свойств катализаторов. Методами технологического и конструктивного расчета основных аппаратов, в которых проводятся каталитические и адсорбционные процессы; расчета необходимого количества катализаторов и адсорбентов для проведения конкретного химико-технологического процесса.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Общая трудоемкость (з.е./час): 3/108. Контактная работа аудиторная 32 часа, из них: лекций 16 час., практические занятия 16 час. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Семестр 6

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Контактная работа - аудиторные		32
Лекции		16
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		-
Самостоятельная работа		76
Форма (ы) контроля: зачет		-

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Роль катализаторов в химической промышленности.	7	1	-	-	6
2	Общие сведения о катализе и катализаторах.	17	3	4	-	10
3	Типы процессов и реакторов. Гомогенный и гетерогенный катализ.	20	4	4	-	12
4	Промышленные катализаторы.	26	4	4	-	18
5	Основные способы производства катализаторов.	19	1	-	-	18
6	Методы исследования катализаторов.	14	2	4	-	8
7	Научные основы разработки и подбора катализаторов.	5	1	-	-	4
	ИТОГО	108	16	16	-	76

6.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Роль катализаторов в химической промышленности.	Роль катализа в становлении и развитии современной промышленности. Основы предвидения каталитического действия, исторические этапы развития теоретических представлений в катализе, современные тенденции в развитии методов поиска катализаторов. Общее значение катализа и каталитических технологий для экономики. Катализ как важнейший элемент устойчивого развития при смене сырьевой базы экономики. Определение, области применения и значение. Современные каталитические производства и тенденции их развития
2	Общие сведения о	Основные особенности и значение явлений катализа, его сущность.

	катализе и катализаторах.	Понятие энергии активации. Способы выражения активности катализатора. Промоторы и ингибиторы. Классификация каталитических процессов по механизму протекания реакции. Зависимость активности от химического состава, внутреннего и внешнего строения катализатора. Влияние основных параметров химико-технологического процесса на активность катализаторов. Основные стадии каталитического процесса. Понятие лимитирующей стадии. Способы интенсификации каталитического процесса в различных областях его протекания.
3	Типы процессов и реакторов. Гомогенный и гетерогенный катализ.	Проблемы масштабного перехода от лабораторных условий к промышленной реализации. Особенности протекания процессов при гомогенном и гетерогенном катализе. Макрокинетика каталитических реакций с позиций химика-технолога. Каталитические процессы в газах и в жидкой фазе. Внутридиффузионное торможение скорости реакции. Квазигомогенная модель в рамках диффузионного механизма переноса массы и тепла. Молекулярная и кнудсеновская диффузия. Влияние процессов массо- и теплопереноса на протекание химической реакции в слое катализатора. Каталитические реакторы различных конструкций, определение их оптимальных рабочих режимов. Конструкции каталитических реакторов в современных химических производствах, их основные характеристики. Требования к конструкции реакторов. Факторы, определяющие выбор типа реактора. Оптимальные температурные режимы для необратимых и обратимых реакций. Реакторы с неподвижным слоем катализатора. Реакторы с взвешенным и движущимся слоями катализатора.
4	Промышленные катализаторы.	Прочность и износоустойчивость контактных масс. Селективность. Текстульные и структурные характеристики катализаторов. Термическая стабильность. Оптимальные гидродинамические характеристики катализаторов. Каталитические яды. Обратимое и необратимое, истинное и ложное отравление катализаторов. Способы восстановления и регенерации контактных масс. Примеры промышленных каталитических процессов: переработка нефти и природного газа, производство аммиака, азотной и серной кислот; производство метанола, синтез Фишера – Тропша, крекинг, процессы полимеризации. Экологически безопасные технологии. Каталитические способы для решения экологических проблем. Очистка отходящих газов промышленных производств от окислов азота, сернистых соединений, окислов углерода и т. д.
5	Основные способы производства катализаторов.	Подготовка и синтез исходных веществ для приготовления катализаторов. Требования к исходному сырью. Осажденные контактные массы. Катализаторы на носителях, получаемые методом пропитки. Контактные массы, получаемые механическим смешением компонентов. Плавленные и скелетные контактные массы. Катализаторы на основе природных глин, цеолитов, ионообменных смол. Термическая обработка катализаторов.
6	Методы исследования катализаторов.	Методы исследования прочности, удельной поверхности, активности. Методы проведения кинетического эксперимента, критерии для определения степени использования гранулы катализатора, критерии эффективности каталитического процесса. Экспериментальные методы определения скоростей реакций. Статические и проточные (динамические) методы, интегральные и дифференциальные реакторы. Модели идеальных реакторов - идеального смешения и идеального вытеснения.
7	Научные основы разработки и подбора катализаторов.	Основы предвидения каталитического действия. Цели и задачи научных основ приготовления и технологии катализаторов. Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления. Нетрадиционные подходы к приготовлению катализаторов с применением современных нанотехнологий.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.
1	2, 6	Определение лимитирующей стадии каталитического процесса. Определение энергии активации. Вывод кинетического уравнения каталитической реакции.	10
2	3	Расчет объема катализатора в колонне на примере синтеза аммиака.	3
3	4	Расчет материального и теплового балансов на примере реактора каталитической очистки в производстве неконцентрированной азотной кислоты.	3
Итого			16

8.2. Лабораторные занятия

Лабораторных занятий не предусмотрено.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета, экзамена, лабораторному практикуму по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформления отчета, своевременность сдачи.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;

- самостоятельно выполнить индивидуальные задания;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.6. Реферат

Реферат – индивидуальная письменная, самостоятельно выполненная, работа обучающегося, предполагающая анализ изложения в научных и других источниках определенной научной проблемы или вопроса.

Обычно реферат имеет стандартную структуру: титульный лист, содержание, введение, основное содержание темы, заключение, список использованных источников, приложения.

Оценивается оригинальность реферата, системность излагаемого материала, логика изложения и убедительность аргументации, полнота использованных источников, оформление, своевременность срока сдачи, публичная защита реферата.

Оценивание реферата осуществляет преподаватель. Реферат, сданные студентом после окончания зачетной недели текущего семестра, в котором он должен быть выполнен, не оценивается.

По данной дисциплине студентом может быть подготовлен реферат. Тема реферата определяется преподавателем с учетом пожеланий студента.

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструкции по технике безопасности.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

- а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, схему установки, рабочие формулы; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;
- б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;
- в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует лабораторный журнал (в качестве лабораторного журнала студент использует общую тетрадь) или не подготовлен протокол;
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия, как правило, допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление работы завершается написанием выводов.

Выполненная работа отмечается в журнале студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По самостоятельному выполнению индивидуальных заданий

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.
2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т.е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.
6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений, целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.
7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц.
8. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не

всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеки и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол;
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;
- в) отсутствует халат.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление работы завершается написанием выводов.

Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение

текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Сибаров Д.А., Смирнова Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: Учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 200с.	https://e.lanbook.com/reader/book/102250/#1	да
Колпакова Н.А., Романенко С.В., Колпаков В.А. Сборник задач по химической кинетике: Учебное пособие. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 280с.	https://e.lanbook.com/reader/book/105991/#1	да

б) дополнительная литература

Дополнительная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Основы химической кинетики и катализа: учеб. пособ. / В. М. Байрамов. - М., 2003. - 256 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Гетерогенный катализ. Физико-химические основы: И.И. Иоффе, А.М. Решетов, А.М. Добротворский. - Л.: Химия, 1985. - 224 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

12.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Информационно-правовой сервер «КонсультантПлюс» –URL:
[http://www.consultant.ru/;](http://www.consultant.ru/)
- Библиотека Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. URL: [http HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS":// HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
[HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"irbis HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
[HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS". HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
[HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"nirhtu HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
[HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS". HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
[HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"ru HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
[HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"/ HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
[HYPERLINK "http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS"ISAPI HYPERLINK](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

> HYPERLINK
[irbis](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[64](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[r](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
["](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[opak](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[72/](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[cgiirbis](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[" 64.](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[dll](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[?"](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[C](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[21](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[COM](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[=](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[F](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[&](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[I](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[21](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[DBN](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[=](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[IBIS](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[&](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[P](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[21](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[DBN](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[=](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)> HYPERLINK
[IBIS;](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

- ИНТУИТ. Национальный открытый университет. URL: <https://www.intuit.ru/>; <https://www.intuit.ru/www>; <https://www.intuit.ru/>; <https://www.intuit.ru/intuit>; <https://www.intuit.ru/>; <https://www.intuit.ru/ru>; <https://www.intuit.ru/>;
- Компьютерные презентации интерактивных лекций;
- Банк заданий для текущего и итогового контроля освоения дисциплины;
- Информационно-методические материалы: учебные и методические пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками.
- Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
№ 407 Аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Презентационная техника (экран, проектор, ноутбук). Аудитория оборудована учебной мебелью, меловой доской	приспособлено
№ 412 Учебная лаборатория «Технологии связанного азота» для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Шкаф вытяжной, насос вакуумный, водяная баня, аппарат для встряхивания, весы аналит. ВЛА-200, газоанализатор, дистиллятор, элплитка. Стеклянная и фарфоровая химическая посуда; Химические реактивы Лаборатория оборудована учебной и лабораторной мебелью, меловой доской.	приспособлено
№ 413 Аудитория для самостоятельной работы студентов	Помещение для самостоятельной работы студентов оборудовано офисной мебелью, 3 компьютерами, 2 компьютера имеют подключения к сети «Интернет», к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Проектор.

13.2. Программное обеспечение

- Операционная система (MSWindows XP распространяется под лицензией TheNovomoskovskuniversity [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897" ([HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"thebranch [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897") - [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"EMDEPT [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897" - [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"DreamSparkPremium [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"http [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897":// [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"e [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"5. [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"onthehub [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897". [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"com [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"/ [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"WebStore [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"/ [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>Welcome [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897". [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"aspx [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"? [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"vsro [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"=8 [HYPERLINK](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)
"http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-

0030487d8897"& HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)ws HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)=9 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)f HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)5 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)a HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)10 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)ad HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)- HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)c HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)98 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)b HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)- HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)e HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)011-969 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)d HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)-0030487 HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)d HYPERLINK
["http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897"](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)8897. Номер учетной записи e5: 100039214)

- Текстовый редактор (LibreOfficeWriter) распространяется под лицензией LGPLv3
- Табличный процессор (LibreOfficeCalc) распространяется под лицензией LGPLv3
- Редактор презентаций (LibreOfficeImpress) распространяется под лицензией LGPLv3
- Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNULGPLlicense)
- AdobeAcrobatReader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение AcrobatReader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).
- Браузер MozillaFireFox (распространяется под лицензией MozillaPublicLicense 2.0 (MPL))
- ПО для инженерных математических расчетов - MathCadExpress 3.0 - Бесплатно в течение неограниченного срока. (<https://www.ptc.com/ru/products/mathcad-express-free-download>).

ЭБС «Лань». Соглашение о сотрудничестве.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде знаний текущий контроль организуется в формах:

- краткого опроса обучающихся (фронтальная беседа) по важнейшим вопросам пройденной темы с целью установления связи нового материала с ранее изученным;

– выполнения контрольных работ по пройденному материалу;

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков (владений) текущий контроль организуется в формах:

– проверки индивидуальных заданий (решения простых и/или сложных практико-ориентированных заданий); простые задания используются для оценки умений. Они представляют собой задачи в одно или два действия. Сложные задания используются для оценки навыков. Они представляют собой усложненные расчеты тех параметров, которые рассчитывались в контрольных работах, но в расширенном виде;

– проверки подготовки необходимых данных для расчета одного или нескольких параметров, определяемых в лабораторных работах, но в условиях, отличных от заданных ранее;

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная защита отчетов к лабораторным работам и письменных индивидуальных заданий.

Критерии для оценивания устного опроса

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзаменов.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося по дисциплине фиксируются в электронной информационно-образовательной среде Института в соответствии с требованиями Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» от 27.10.2017 г.

Уровень сформированности компетенций			
высокий		пороговый	не сформирована
оценка «отлично»	оценка «хорошо»	оценка «удовлетворительно»	оценка «неудовлетворительно»
Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	Демонстрирует понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.	Демонстрирует понимание проблемы. В основном требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Демонстрирует непонимание проблемы. Задания не выполнены
Полные ответы на все теоретические вопросы.	Ответы по существу на все теоретические вопросы.	Ответы по существу на все теоретические вопросы, но не имеется доказательств, выводов, обоснований.	Ответы менее чем на половину теоретических вопросов.

Практические задания выполнены в полном объеме.	Практические задания выполнены.	Намечены схемы решения предложенных практических заданий.	Решение практических заданий не предложено.
Получены адекватные значения всех расчетных заданных критериев.	Допущена неточность в расчете заданных критериев.		

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

Современные проблемы катализа

1. Общая трудоемкость (з.е./час): (з.е./час): 3/108. Контактная работа аудиторная 32 часа, из них: лекций 16 час., практические занятия 16 час. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **Технология катализаторов и каталитические процессы** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока комплексные модули.

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях) «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Органическая химия», «Физическая химия», «Общая химическая технология», «Химические реакторы».

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов компетенций, связанных с пониманием теоретических основ катализа, на использовании которого базируются многие крупномасштабные нефте- и газоперерабатывающие, органические и неорганические производства химической промышленности, для последующего применения полученных знаний и навыков; способностей к приобретению новых знаний в области промышленного катализа и технологии катализаторов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными законами и особенностями применения катализаторов в процессах переработки сырья, получения продуктов и защиты окружающей среды;
- изучение основных способов приготовления катализаторов и адсорбентов; современные тенденции приготовления и использования контактных масс и адсорбентов;
- получение навыков применения изученных методов к решению конкретных задач.

4. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Роль катализаторов в химической промышленности.	Роль катализа в становлении и развитии современной промышленности. Основы предвидения каталитического действия, исторические этапы развития теоретических представлений в катализе, современные тенденции в развитии методов поиска катализаторов. Общее значение катализа и каталитических технологий для экономики. Катализ как важнейший элемент устойчивого развития при смене сырьевой базы экономики. Определение, области применения и значение. Современные каталитические производства и тенденции их развития
2	Общие сведения о катализе и	Основные особенности и значение явлений катализа, его сущность.

	катализаторах.	Понятие энергии активации. Способы выражения активности катализатора. Промоторы и ингибиторы. Классификация каталитических процессов по механизму протекания реакции. Зависимость активности от химического состава, внутреннего и внешнего строения катализатора. Влияние основных параметров химико-технологического процесса на активность катализаторов. Основные стадии каталитического процесса. Понятие лимитирующей стадии. Способы интенсификации каталитического процесса в различных областях его протекания.
3	Типы процессов и реакторов. Гомогенный и гетерогенный катализ.	Проблемы масштабного перехода от лабораторных условий к промышленной реализации. Особенности протекания процессов при гомогенном и гетерогенном катализе. Макрокинетика каталитических реакций с позиций химика-технолога. Каталитические процессы в газах и в жидкой фазе. Внутридиффузионное торможение скорости реакции. Квазигомогенная модель в рамках диффузионного механизма переноса массы и тепла. Молекулярная и кнудсеновская диффузия. Влияние процессов массо- и теплопереноса на протекание химической реакции в слое катализатора. Каталитические реакторы различных конструкций, определение их оптимальных рабочих режимов. Конструкции каталитических реакторов в современных химических производствах, их основные характеристики. Требования к конструкции реакторов. Факторы, определяющие выбор типа реактора. Оптимальные температурные режимы для необратимых и обратимых реакций. Реакторы с неподвижным слоем катализатора. Реакторы с взвешенным и движущимся слоями катализатора.
4	Промышленные катализаторы.	Прочность и износоустойчивость контактных масс. Селективность. Текстульные и структурные характеристики катализаторов. Термическая стабильность. Оптимальные гидродинамические характеристики катализаторов. Каталитические яды. Обратимое и необратимое, истинное и ложное отравление катализаторов. Способы восстановления и регенерации контактных масс. Примеры промышленных каталитических процессов: переработка нефти и природного газа, производство аммиака, азотной и серной кислот; производство метанола, синтез Фишера – Тропша, крекинг, процессы полимеризации. Экологически безопасные технологии. Каталитические способы для решения экологических проблем. Очистка отходящих газов промышленных производств от окислов азота, сернистых соединений, окислов углерода и т. д.
5	Основные способы производства катализаторов.	Подготовка и синтез исходных веществ для приготовления катализаторов. Требования к исходному сырью. Осажденные контактные массы. Катализаторы на носителях, получаемые методом пропитки. Контактные массы, получаемые механическим смешением компонентов. Плавленные и скелетные контактные массы. Катализаторы на основе природных глин, цеолитов, ионообменных смол. Термическая обработка катализаторов.
6	Методы исследования катализаторов.	Методы исследования прочности, удельной поверхности, активности. Методы проведения кинетического эксперимента, критерии для определения степени использования гранулы катализатора, критерии эффективности каталитического процесса. Экспериментальные методы определения скоростей реакций. Статические и проточные (динамические) методы, интегральные и дифференциальные реакторы. Модели идеальных реакторов - идеального смешения и идеального вытеснения.
7	Научные основы разработки и подбора катализаторов.	Основы предвидения каталитического действия. Цели и задачи научных основ приготовления и технологии катализаторов. Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления. Нетрадиционные подходы к приготовлению катализаторов с применением современных нанотехнологий.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижений компетенций
ПК-1 Способен подбирать, настраивать, обслуживать, готовить к ремонту, эксплуатировать, устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования с учетом требований технической документации.	ПК-1.2 Способен проверять техническое состояние, проводить профилактические осмотры и обслуживание оборудования, включая подготовку к ремонтам.
	ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства.
	ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования.
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов.	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции.
	ПК-2.2 Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств.

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

Методы научного подбора катализаторов для основных технологических процессов; значение и место катализаторов и адсорбентов в мировой экономике; состояние и тенденции развития катализаторной промышленности; теоретические основы катализа и каталитических процессов, основные способы приготовления и состав катализаторов и адсорбентов; сырьё, используемое для их приготовления, а также современные направления развития отрасли; потребительские характеристики катализаторов и адсорбентов; проблемы экологизации технологических процессов, ресурсо- и энергосбережения в каталитических процессах; способы предотвращения отравления катализаторов, их регенерации и утилизации.

Уметь:

Рассчитывать и анализировать технологические схемы процессов переработки сырья с использованием катализаторов; пользоваться справочными материалами и методами математического моделирования при проведении расчетов и корректировке параметров каталитического процесса. осуществлять оценку и анализ основных потребительских свойств катализаторов и адсорбентов; анализ и обобщение результатов исследовательской работы, их использование в практической деятельности.

Владеть:

Набором знаний и установленных правил для чтения, понимания и составления научно-исследовательской и проектно-конструкторской документации; навыками работы с приборами, используемыми в научно-исследовательской работе при оценке физико-химических и эксплуатационных свойств катализаторов.

Методами технологического и конструктивного расчета основных аппаратов, в которых проводятся каталитические и адсорбционные процессы; расчета необходимого количества катализаторов и адсорбентов для проведения конкретного химико-технологического процесса.

6. Виды учебной работы и их объем

Вид учебной работы	Объем	
	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Контактная работа - аудиторные		32
Лекции		16
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		-
Самостоятельная работа		76
Форма (ы) контроля: зачет		-

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.12.01. Современные технологии в химической промышленности

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Направленность подготовки Химическая технология. Неорганиче-
ский профиль. Наноматериалы.

Квалификация: бакалавр

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций для решения современных проблем в области химической технологии.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области химических, физических и биологических методов современных технологий в химической промышленности, понимания общих закономерностей при протекании технологических процессов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «*Современные технологии в химической промышленности*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии получения материалов различной природы, в том числе в области основ их предстоящей деятельности.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	ПК-1.3 Демонстрирует готовность к освоению нового оборудования и его эксплуатации
		ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства
		ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования
	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для изменения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции ПК-2.3 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции;
- теоретические основы технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств;
- технологические документы по выпуску новой продукции и необходимому для этого современному оборудованию;
- алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации.

Уметь:

- осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья;
- выполнять расчеты норм расхода сырья, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства;
- выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования;
- применять элементы экологического анализа в практической работе;

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства;
- основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов;
- методами ведения технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции;
- способами выявления и устранения отклонений от регламентных параметров технологического процесса.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Семестр 8

Вид учебной работы	Семестр 8		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,90	32	24,00
Лекции	0,45	16	12,00
Лабораторные работы			
Практические занятия	0,45	16	12,00
Самостоятельная работа	1,11	40	30,00
Контроль			
Форма (ы) контроля:	зачет		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практ. занятия	Сам. работа
1.	Раздел 1. Актуальные проблемы химической промышленности	16	4	4	8
1.1.	Проблемы и тенденции развития химической промышленности в России. Качество сырья и продукции.	3	1		2
1.2.	Интенсификация технологических процессов. Выбор катализаторов. Проблемы энерго- и ресурсосбережения.	8	2	2	4
1.3.	Повышение надежности и безопасности функционирования химикотехнологических процессов.	5	1	2	2
2.	Раздел 2. Основные направления технического прогресса в химической промышленности	26	6	6	14
2.1.	Применение аппаратов и технологических линий большой единичной мощности. Экономия сырья	10	2	2	6
2.2.	Повышение селективности процессов и снижение потерь сырья и продуктов.	8	2	2	4

2.3	Эффективные принципы безотходного производства	8	2	2	4
3.	Раздел 3. Экологические проблемы и пути их решения	30	6	6	18
3.1	Проблема охраны окружающей среды на химических предприятиях	8	2	2	4
3.2	Безотходная технология как актуальная проблема комплексного использования сырья.	10	2	2	6
3.3	Проблема утилизации отходов. Методы очистки и обезвреживания сточных вод и газовых выбросов	10	2	2	6
	Контроль	2			2
	ВСЕГО:	72	16	16	40

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Актуальные проблемы химической промышленности.

Проблемы и тенденции развития химической промышленности в России. Сырьевая база химических комплексов. Проблема качества сырья и продукции химических производств. Проблема повышения технико-экономических показателей процессов. Интенсификация технологических процессов. Проблемы выбора катализаторов. Проблемы энерго- и ресурсосбережения. Вторичные материальные ресурсы. Повышение надежности и безопасности функционирования химикотехнологических процессов. Проблема применения совмещенных процессов.

Раздел 2. Основные направления технического прогресса в химической промышленности.

Применение аппаратов и технологических линий большой единичной мощности Экономия сырья в технологии органического синтеза Повышение селективности процессов и снижение потерь сырья и продуктов. Разработка методов получения продуктов из доступного и дешевого сырья. Эффективные принципы безотходного производства Разработка технологии с минимальным расходом воды и использованием ее кругооборота. Разработка процессов с низким энергопотреблением.

Раздел 3. Экологические проблемы и пути их решения.

Проблема охраны окружающей среды на химических предприятиях Проблема выбросов химических предприятий. Совершенствование технологических процессов с целью охраны окружающей среды. Безотходная технология как актуальная проблема комплексного использования сырья. Проблема утилизации отходов. Методы очистки и обезвреживания сточных вод и газовых выбросов. Применение мембранных процессов.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
1	Знать:			
1.1	- сущность, цель и задачи современного развития химической промышленности в России;	+		
1.2	- сырьевую базу материальных ресурсов для химической промышленности;	+		
1.3	- основные направления интенсификации технологических процессов;	+	+	+
1.4	- закономерности совокупности условий минимизации отходов;	+	+	+
2	Уметь:			
2.1	- формулировать требования к организации процесса переработки отходов;		+	+

2.2	- находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты и решать задачи по организации системы управления отходами;	+	+	+
2.3	- применять теоретические знания о способах хранения и переработки отходов различного происхождения.	+	+	+
3	Владеть:			
3.1	- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по информационному обеспечению системы обращения с отходами.;	+	+	+
3.2	- основными способами подготовки отходов к утилизации;	+	+	+
3.3	- основными приемами минимизации образования отходов в процессе производства;	+	+	+
3.4	- способностью и готовностью к разработке новых методов защиты окружающей среды в процессе хранения и переработки отходов.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	ПК-1.3 Демонстрирует готовность к освоению нового оборудования и его эксплуатации	+	+	+
	ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства	+	+	+
	ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования	+	+	+
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции	+	+	+
	ПК-2.3 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса	+	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

8.2. Практические занятия

Выполнение практических заданий способствует закреплению учебного материала, изучаемого в дисциплине «*Современные технологии в химической промышленности*».

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Проблемы и тенденции развития химической промышленности в России. Качество сырья и продукции.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
2	1	Интенсификация технологических процессов. Катализаторы. Проблемы энерго- и ресурсосбережения.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
3	1,2	Повышение надежности и безопасности функционирования процессов и оборудования большой единичной мощности.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
4	2	Повышение селективности процессов и снижение потерь сырья и продуктов.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2
5	2	Принципы безотходного производства	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2
6	3	Проблема охраны окружающей среды на химических предприятиях	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2
7	3	Безотходная технология как актуальная проблема комплексного использования сырья.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2
8	3	Проблема утилизации отходов. Методы очистки и обезвреживания сточных вод и газовых выбросов	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час

контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум не предусмотрен.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;

3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;

2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.05.2026 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Кузнецова, И.М., Харлампики Х.Э., Иванов В.Г., Чиркунов Э.В. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС: учебник / СПб : Лань, 2014. - 384 с.
2. Мухленов И.П. Общая химическая технология: учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1. Теоретические основы химической технологии / М.: Альянс, 2009. – 254 с.
3. Карпов К.А., Садчиков И.А. Технологическое прогнозирование развития производств нефтегазохимического комплекса: учебник / СПб : Лань, 2014. -492 с.

б) дополнительная литература

1. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования: учебник. М: ИНФРА-М. 2022. - 256 с.

2. Перегудов Ю.С., Козадерова О.А., Нифталиев С.И. Комплексное использование сырья и утилизация отходов: учебное пособие / Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. - 73 с.
3. Верещагина, Я.А. Инновационные технологии: введение в нанотехнологии: учеб. пособие / Казань: КГТУ. - 2009. - 671 с.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Химическая промышленность сегодня», ISSN 2713-2854
3. Журнал «Российский химический журнал», ISSN 0373-0247
4. Журнал «Тонкие химические технологии = Fine Chemical Technologies», ISSN 2410-6593
5. Ресурсы CYBERLENINKA: <https://cyberleninka.ru/>
6. Ресурсы TAGRAS: <https://tagras.ru/>
7. Ресурсы ECOIDUSTRY: <https://www.ecoindustry.ru/>
8. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
9. Сайт кафедры ЮНЕСКО «Зелёная химия для устойчивого развития» РХТУ им. Д.И.Менделеева
10. Межфакультетский учебный курс РХТУ им. Д.И.Менделеева: «Зелёная химия как инструмент устойчивого развития»

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).
- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Синтез наночастиц в жидких средах» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в	приспособлено

	ауд. 470	
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный, Сканер	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)
Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRay.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Актуальные проблемы химической промышленности	Знает: • нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции; • теоретические основы технологических процессов, учитывающие экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств; • алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации. Умеет: • осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья; • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по вторичной переработке отходов;	Оценка за контрольную работу № 1.

	• выполнять расчеты норм расхода сырья, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства; Владеет: • методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства; • основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов; • методами ведения технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции;	
Раздел 2. Основные направления технического прогресса в химической промышленности	Знает: • теоретические основы экологических последствий процессов, приводящих к образованию отходов производства; • основные информационные источники материала по развитию технического прогресса в химической промышленности; • закономерности протекающих процессов, связанные с утилизацией отходов. Умеет: • применять теоретические знания о производственном контроле состояния охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности. • выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования; • применять элементы экологического анализа в практической работе Владеет: • средствами контроля соответствия качества сырья, присадок, реагентов, катализаторов, энергоресурсов, готовой продукции требованиям технической документации по результатам исследований на химических объектах; • методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей вопросы проведения модернизации и реконструкции химических производств; • методами планирования и эксплуатации оборудования химических объектов, связанными с развитием производства.	Оценка за контрольную работу № 2.
Раздел 3. Экологические проблемы и пути их решения	Знает: • закономерности в проведении технологических процессов, приводящих к получению и накоплению отходов • технологические документы по выпуску новой продукции и необходимому для этого современному оборудованию; • совокупности условий проведения процесса переработки химических отходов процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; Умеет: • формулировать требования к материалам и определять эффективные пути переработки химических отходов; • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по утилизации и переработке отходов; • применять теоретические знания о способах утилизации отходов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по вторичной переработке и утилизации отходов химических производств; • способами выявления и устранения отклонений от регламентных параметров технологического процесса; • приемами и готовностью к разработке новых методов по переработке и утилизации отходов химических производств и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.	Оценка за контрольную работу № 3.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Современные технологии в химической промышленности

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): **2 / 72**. Форма промежуточного контроля: 8 семестр - зачет. Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Современные технологии в химической промышленности*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии получения материалов и экологии.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций для решения современных проблем в области химической технологии.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области химических, физических и биологических методов современных технологий в химической промышленности, понимания общих закономерностей при протекании технологических процессов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Актуальные проблемы химической промышленности.

Проблемы и тенденции развития химической промышленности в России. Сырьевая база химических комплексов. Проблема качества сырья и продукции химических производств. Проблема повышения технико-экономических показателей процессов. Интенсификация технологических процессов. Проблемы выбора катализаторов. Проблемы энерго- и ресурсосбережения. Вторичные материальные ресурсы. Повышение надежности и безопасности функционирования химикотехнологических процессов. Проблема применения совмещенных процессов.

Раздел 2. Основные направления технического прогресса в химической промышленности.

Применение аппаратов и технологических линий большой единичной мощности Экономия сырья в технологии органического синтеза Повышение селективности процессов и снижение потерь сырья и продуктов. Разработка методов получения продуктов из доступного и дешевого сырья. Эффективные принципы безотходного производства Разработка технологии с минимальным расходом воды и использованием ее кругооборота. Разработка процессов с низким энергопотреблением.

Раздел 3. Экологические проблемы и пути их решения.

Проблема охраны окружающей среды на химических предприятиях Проблема выбросов химических предприятий. Совершенствование технологических процессов с целью охраны окружающей среды. Безотходная технология как актуальная проблема комплексного использования сырья. Проблема утилизации отходов. Методы очистки и обезвреживания сточных вод и газовых выбросов. Применение мембранных процессов.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

Знать:

- нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции;
- теоретические основы технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств;
- технологические документы по выпуску новой продукции и необходимому для этого современному оборудованию;
- алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации.

Уметь:

- осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья;

- выполнять расчеты норм расхода сырья, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства;
- выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования;
- применять элементы экологического анализа в практической работе;

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства;
- основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов;
- методами ведения технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции;
- способами выявления и устранения отклонений от регламентных параметров технологического процесса.

6. Виды учебной работы и их объем

Семестр 8

Вид учебной работы	Семестр 8		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,90	32	24,00
Лекции	0,45	16	12,00
Лабораторные работы			
Практические занятия	0,45	16	12,00
Самостоятельная работа	1,11	40	30,00
Контроль			
Форма (ы) контроля:	зачет		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.Л. Первухин

« ____ » _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.01.12.02. Инновационные химико-технологические процессы

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Направленность подготовки Химическая технология. Неорганиче-
ский профиль. Наноматериалы.

Квалификация: бакалавр

Новомосковск - 2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г N 245;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – уровня магистратуры по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от № 922 от 07.08.2020 г;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 922 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *фундаментальная химия* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 семестров.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – подготовка специалистов к разработке, внедрению и оптимизации работы передовых химических производств. Она учит применять научные знания для решения инженерных задач, внедрять энерго- и ресурсосберегающие технологии, а также интегрировать новые идеи в создание экологически безопасных веществ и материалов.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся инновационного и экологического мышления, обучение интеграции передовых идей для создания новых, перспективных производств; использование математического моделирования для расчета, проектирования и анализа новых химико-технологических систем; приобретение навыков переработки новых видов сырья, замены дорогих компонентов более дешевыми аналогами и комплексного использования материалов; разработка методов снижения вредного воздействия на окружающую среду, внедрение безотходных и малоотходных технологий.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «*Инновационные химико-технологические процессы*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии получения материалов различной природы, в том числе в области основ их предстоящей деятельности.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	ПК-1.3 Демонстрирует готовность к освоению нового оборудования и его эксплуатации
		ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства
		ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования
	ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции ПК-2.3 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации сырья и выпускаемой продукции;
- теоретические основы технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств;

- технологические документы по выпуску новой продукции и необходимому для этого современного оборудования;
- алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации.

Уметь:

- осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья;
- выполнять расчеты норм расхода сырья, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства;
- выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования;
- применять элементы экологического анализа в практической работе;

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства;
- основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов;
- методами ведения технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции;
- способами выявления и устранения отклонений от регламентных параметров технологического процесса.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Семестр 8

Вид учебной работы	Семестр 8		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,90	32	24,00
Лекции	0,45	16	12,00
Лабораторные работы			
Практические занятия	0,45	16	12,00
Самостоятельная работа	1,11	40	30,00
Контроль			
Форма (ы) контроля:	зачет		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Практ. занятия	Сам. работа
1.	Раздел 1. Научные технологии будущего	16	4	4	8
1.1.	Проблемы и тенденции развития наукоемких технологий в промышленности России.	3	1		2
1.2.	Термодинамически совершенные энерготехнологические процессы, управление реакционной способностью веществ, селективный катализ, использование сверхкритических сред, нанотехнологии и создание наноматериалов. СВС-синтез, криотехнологии, золь-гель технологии.	8	2	2	4
1.3.	Биотехнология в решении проблем фиксации азота в почвах, добычи цветных металлов, переработки биомассы, очистки сточных вод.	5	1	2	2

2.	Раздел 2. Материал как фактор, лимитирующий применение экстремальных физических воздействий в технологии	26	6	6	14
2.1.	Основные виды неметаллических конструкционных материалов; полимеры и специальная керамика как альтернатива традиционным конструкционным материалам. Роль новых материалов в синтезе эффективных технологических схем и интенсификации технологических процессов	10	2	2	6
2.2.	Главные эксплуатационные свойства материалов. Ресурс материалов – один из важнейших технологических критериев. Приоритетные направления и методология создания новых материалов с заданными свойствами	8	2	2	4
2.3	Функциональные материалы в химической технологии: мембраны, катализаторы, адсорбенты, электроды, сенсоры, покрытия и др. Конструкционные материалы в химической технологии	8	2	2	4
3.	Раздел 3. Важнейшие группы химических производств	30	6	6	18
3.1	Материалы и новые технологии. Технология связанного азота. Альтернативные варианты перспективного решения связывания атмосферного азота. Структура современного производства аммиака и водорода из природного газа.	8	2	2	4
3.2	Переработка фосфорсодержащего сырья. Современное состояние производства и потребления фосфора и фосфорных кислот. Производство калийных солей	10	2	2	6
3.3	Технология высокомолекулярных соединений. Пластмассы, каучуки, химические волокна и полимерные композиционные материалы. Элементоорганические полимеры	10	2	2	6
	Контроль	2			2
	ВСЕГО:	72	16	16	40

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Научно-технические технологии – технологии будущего.

Проблемы и тенденции развития наукоемких технологий в промышленности России. Термодинамически совершенные энерготехнологические процессы, управление реакционной способностью веществ, селективный катализ, использование сверхкритических сред, нанотехнологии и создание наноматериалов. СВС-синтез, криотехнологии, золь-гель технологии. Биотехнология в решении проблем фиксации азота в почвах, добычи цвет-

ных металлов, переработки биомассы, очистки сточных вод. Сырьевая база химических комплексов. Проблема качества сырья и продукции химических производств. Проблема повышения технико-экономических показателей процессов. Интенсификация технологических процессов. Повышение надежности и безопасности функционирования химикотехнологических процессов. Проблема применения совмещенных процессов.

Раздел 2. Материал как фактор, лимитирующий применение экстремальных физических воздействий в технологии.

Химическое сопротивление металлических и неметаллических материалов. Методы защиты металлов и сплавов от коррозии. Основные виды неметаллических конструкционных материалов; полимеры и специальная керамика как альтернатива традиционным конструкционным материалам. Роль новых материалов в синтезе эффективных технологических схем и интенсификации технологических процессов. Главные эксплуатационные свойства материалов. Ресурс материалов – один из важнейших технологических критериев. Приоритетные направления и методология создания новых материалов с заданными свойствами. Функциональные материалы в химической технологии: мембраны, катализаторы, адсорбенты, электроды, сенсоры, покрытия и др. Конструкционные материалы в химической технологии. Применение аппаратов и технологических линий большой единичной мощности. Экономия сырья в технологии органического синтеза. Повышение селективности процессов и снижение потерь сырья и продуктов. Разработка методов получения продуктов из доступного и дешевого сырья. Эффективные принципы безотходного производства. Разработка технологии с минимальным расходом воды и использованием ее кругооборота. Разработка процессов с низким энергопотреблением.

Раздел 3. Важнейшие группы химических производств.

Материалы и новые технологии. Технология связанного азота. Альтернативные варианты перспективного решения связывания атмосферного азота. Структура современного производства аммиака и водорода из природного газа. Современная технологическая схема производства азотной кислоты. Технологические решения, способствующие высокому выходу продукта. Физикохимические основы и аппаратное оформление процессов селективного окисления аммиака, оксидов азота и их абсорбции. Каталитическое обезвреживание отходящих газов. Сопряженные с синтезом аммиака производства – получение нитрата аммония и карбамида. Технологические схемы, свойства продуктов и области их применения. Переработка фосфорсодержащего сырья. Современное состояние производства и потребления фосфора и фосфорных кислот. Производство калийных солей. Схемы и аппараты для получения хлористого калия из сильвинита. Электрохимическое получение водорода. Уровень энергозатрат электрохимических производств и их доля в себестоимости продукции. Технология высокомолекулярных соединений. Пластмассы, каучуки, химические волокна и полимерные композиционные материалы. Поликонденсационные процессы и их технологическое оформление. Фенолоформальдегидные, наволачные и резольные смолы. Кремний-органические полимеры. Проблема охраны окружающей среды на химических предприятиях. Проблема выбросов химических предприятий. Совершенствование технологических процессов с целью охраны окружающей среды. Безотходная технология как актуальная проблема комплексного использования сырья. Проблема утилизации отходов. Методы очистки и обезвреживания сточных вод и газовых выбросов. Применение мембранных процессов.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
1	Знать:			
1.1	- сущность, цель и задачи современного развития химической промышленности в России;	+		
1.2	- сырьевую базу материальных ресурсов для химической промышленности;	+		
1.3	- основные направления интенсификации технологических процессов;	+	+	+
1.4	- закономерности совокупности условий минимизации отходов;	+	+	+
2	Уметь:			
2.1	- формулировать требования к организации процесса переработки отходов;		+	+
2.2	- находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты и решать задачи по организации системы управления отходами;	+	+	+
2.3	- применять теоретические знания о способах хранения и переработки отходов различного происхождения.	+	+	+
3	Владеть:			

3.1	- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электроннобиблиотечными ресурсами по информационному обеспечению системы обращения с отходами.;	+	+	+
3.2	- основными способы подготовки отходов к утилизации;	+	+	+
3.3	- основными приемами минимизации образования отходов в процессе производства;	+	+	+
3.4	- способностью и готовностью к разработке новых методов защиты окружающей среды в процессе хранения и переработки отходов.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
ПК-1 Способен осуществлять контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента, обеспечивать подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	ПК-1.3 Демонстрирует готовность к освоению нового оборудования и его эксплуатации	+	+	+
	ПК-1.4 Способен анализировать техническую документацию, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства	+	+	+
	ПК-1.5 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования	+	+	+
ПК-2 Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведения в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для измерения базовых параметров техпроцесса, сырья, продукции с учетом экологических аспектов	ПК-2.1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции	+	+	+
	ПК-2.3 Способен выявлять и устранять отклонения от регламентных параметров технологического процесса	+	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

8.2. Практические занятия

Выполнение практических заданий способствует закреплению учебного материала, изучаемого в дисциплине «*Инновационные химико-технологические процессы*».

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Проблемы и тенденции развития наукоемких технологий в химической промышленности России.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
2	1	Термодинамически совершенные энерготехнологические процессы, управление реакционной способностью веществ, селективный катализ.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
3	1,2	Биотехнология в химико-технологических процессах.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-1, ПК-2
4	2	Роль новых материалов в химической технологии.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2
5	2	Каталитические процессы в химической технологии.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2
6	3	Важнейшие группы химических производств. Технология связанного азота.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2
7	3	Переработка фосфор- и калийсодержащего сырья.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2
8	3	Технология высокомолекулярных соединений. Пластмассы, каучуки, композиты. Элементоорганические полимеры.	2	Опрос, решение задач по теме определенных тематикой семинара.	ПК-2

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при по-

лучении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум не предусмотрен.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

11.7. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;

3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11.8. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;

2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

11.9. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями

обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.05.2026 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Кузнецова, И.М., Харлампиди Х.Э., Иванов В.Г., Чиркунов Э.В. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС: учебник / СПб : Лань, 2014. - 384 с.
2. Мухленов И.П. Общая химическая технология: учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1. Теоретические основы химической технологии / М.: Альянс, 2009. – 254 с.
3. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химикотехнологических процессов: учебное пособие / 2009. - Москва: Логос.- 2009. - 302 с.

б) дополнительная литература

1. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования: учебник. М: ИНФРА-М. 2022. - 256 с.
2. Перегудов Ю.С., Козадерова О.А., Нифталиев С.И. Комплексное использование сырья и утилизация отходов: учебное пособие / Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. - 73 с.

3. Верещагина, Я.А. Инновационные технологии: введение в нанотехнологии: учеб. пособие / Казань: КГТУ. - 2009. - 671 с.

12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Химическая промышленность сегодня», ISSN 2713-2854
3. Журнал «Российский химический журнал», ISSN 0373-0247
4. Журнал «Тонкие химические технологии = Fine Chemical Technologies», ISSN 2410-6593
5. Ресурсы CYBERLENINKA: <https://cyberleninka.ru/>
6. Ресурсы TAGRAS: <https://tagras.ru/>
7. Ресурсы ECOIDUSTRY: <https://www.ecoindustry.ru/>
8. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
9. Сайт кафедры ЮНЕСКО «Зелёная химия для устойчивого развития» РХТУ им. Д.И.Менделеева
10. Межфакультетский учебный курс РХТУ им. Д.И.Менделеева: «Зелёная химия как инструмент устойчивого развития»

12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.05.2026).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.05.2026).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2026).

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 100);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).
- методические указания для выполнения лабораторных работ,

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Синтез наночастиц в жидких средах» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для групповых и индиви-	Учебные столы, стулья, доска, мел	приспособлено

дуальных консультаций обучающихся 484 (строение 13)	Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	
Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 484 (строение 13)	Учебные столы, стулья, доска, мел Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)	приспособлено
Аудитория для самостоятельной работы студентов 484 (строение 13)	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (1 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам. Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470) Принтер лазерный, Сканер	приспособлено
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 475 (строение 13)	Учебные столы, шкафы, стулья, доска Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования	

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 Гб ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)
Многофункциональное устройство Samsung 4200.

13.2. Программное обеспечение

Операционная система - MS Windows 10, бессрочная лицензия в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

MS Word, MS Excel, MS PowerPoint из пакета MS Office 365A1 распространяется под лицензией в рамках подписки Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214))

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRay.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Наукоемкие технологии – технологии будущего	Знает: • нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации выпускаемой продукции; • теоретические основы технологических процессов, учитывающие экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств; • алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации. Умеет: • осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья; • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по вторичной переработке отходов; • выполнять расчеты норм расхода сырья, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и	Оценка за контрольную работу № 1.

	масштабом производства; Владеет: • методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства; • основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов; • методами ведения технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции;	
Раздел 2. Материал как фактор, лимитирующий применение экстремальных физических воздействий в технологии	Знает: • теоретические основы экологических последствий процессов, приводящих к образованию отходов производства; • основные информационные источники материала по развитию технического прогресса в химической промышленности; • закономерности протекающих процессов, связанные с утилизацией отходов. Умеет: • применять теоретические знания о производственном контроле состояния охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности. • выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования; • применять элементы экологического анализа в практической работе Владеет: • средствами контроля соответствия качества сырья, присадок, реагентов, катализаторов, энергоресурсов, готовой продукции требованиям технической документации по результатам исследований на химических объектах; • методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей вопросы проведения модернизации и реконструкции химических производств; • методами планирования и эксплуатации оборудования химических объектов, связанными с развитием производства.	Оценка за контрольную работу № 2.
Раздел 3. Важнейшие группы химических производств	Знает: • закономерности в проведении технологических процессов, приводящих к получению и накоплению отходов • технологические документы по выпуску новой продукции и необходимому для этого современного оборудования; • совокупности условий проведения процесса переработки химических отходов процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; Умеет: • формулировать требования к материалам и определять эффективные пути переработки химических отходов; • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по утилизации и переработке отходов; • применять теоретические знания о способах утилизации отходов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеет: • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по вторичной переработке и утилизации отходов химических производств; • способами выявления и устранения отклонений от регламентных параметров технологического процесса; • приемами и готовностью к разработке новых методов по переработке и утилизации отходов химических производств и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.	Оценка за контрольную работу № 3.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Инновационные химико-технологические процессы

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): **2 / 72**. Форма промежуточного контроля: 8 семестр - зачет. Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Инновационные химико-технологические процессы*» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии получения материалов и экологии.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – подготовка специалистов к разработке, внедрению и оптимизации работы передовых химических производств. Она учит применять научные знания для решения инженерных задач, внедрять энерго- и ресурсосберегающие технологии, а также интегрировать новые идеи в создание экологически безопасных веществ и материалов.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся инновационного и экологического мышления, обучение интеграции передовых идей для создания новых, перспективных производств; использование математического моделирования для расчета, проектирования и анализа новых химико-технологических систем; приобретение навыков переработки новых видов сырья, замены дорогих компонентов более дешевыми аналогами и комплексного использования материалов; разработка методов снижения вредного воздействия на окружающую среду, внедрение безотходных и малоотходных технологий.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Наукоемкие технологии – технологии будущего.

Проблемы и тенденции развития наукоемких технологий в промышленности России. Термодинамически совершенные энерготехнологические процессы, управление реакционной способностью веществ, селективный катализ, использование сверхкритических сред, нанотехнологии и создание наноматериалов. СВС-синтез, криотехнологии, золь-гель технологии. Биотехнология в решении проблем фиксации азота в почвах, добычи цветных металлов, переработки биомассы, очистки сточных вод. Сырьевая база химических комплексов. Проблема качества сырья и продукции химических производств. Проблема повышения технико-экономических показателей процессов. Интенсификация технологических процессов. Повышение надежности и безопасности функционирования химикотехнологических процессов. Проблема применения совмещенных процессов.

Раздел 2. Материал как фактор, лимитирующий применение экстремальных физических воздействий в технологиях.

Химическое сопротивление металлических и неметаллических материалов. Методы защиты металлов и сплавов от коррозии. Основные виды неметаллических конструкционных материалов; полимеры и специальная керамика как альтернатива традиционным конструкционным материалам. Роль новых материалов в синтезе эффективных технологических схем и интенсификации технологических процессов. Главные эксплуатационные свойства материалов. Ресурс материалов – один из важнейших технологических критериев. Приоритетные направления и методология создания новых материалов с заданными свойствами. Функциональные материалы в химической технологии: мембраны, катализаторы, адсорбенты, электроды, сенсоры, покрытия и др. Конструкционные материалы в химической технологии. Применение аппаратов и технологических линий большой единичной мощности. Экономия сырья в технологии органического синтеза. Повышение селективности процессов и снижение потерь сырья и продуктов. Разработка методов получения продуктов из доступного и дешевого сырья. Эффективные принципы безотходного производства. Разработка технологии с минимальным расходом воды и использованием ее кругооборота. Разработка процессов с низким энергопотреблением.

Раздел 3. Важнейшие группы химических производств.

Материалы и новые технологии. Технология связанного азота. Альтернативные варианты перспективного решения связывания атмосферного азота. Структура современного производства аммиака и водорода из природного газа. Современная технологическая схема производства азотной кислоты. Технологические решения, способствующие высокому выходу продукта. Физикохимические основы и аппаратное оформление процессов селективного окисления аммиака, оксидов азота и их абсорбции. Каталитическое обезвреживание отходящих

газов. Сопряженные с синтезом аммиака производства – получение нитрата аммония и карбамида. Технологические схемы, свойства продуктов и области их применения. Переработка фосфорсодержащего сырья. Современное состояние производства и потребления фосфора и фосфорных кислот. Производство калийных солей. Схемы и аппараты для получения хлористого калия из сильвинита. Электрохимическое получение водорода. Уровень энергозатрат электрохимических производств и их доля в себестоимости продукции. Технология высокомолекулярных соединений. Пластмассы, каучуки, химические волокна и полимерные композиционные материалы. Поликонденсационные процессы и их технологическое оформление. Фенолоформальдегидные, наволачные и резольные смолы. Кремний-органические полимеры. Проблема охраны окружающей среды на химических предприятиях. Проблема выбросов химических предприятий. Совершенствование технологических процессов с целью охраны окружающей среды. Безотходная технология как актуальная проблема комплексного использования сырья. Проблема утилизации отходов. Методы очистки и обезвреживания сточных вод и газовых выбросов. Применение мембранных процессов.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации сырья и выпускаемой продукции;
- теоретические основы технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических средств;
- технологические документы по выпуску новой продукции и необходимому для этого современного оборудования;
- алгоритмы прогнозирования накопления отходов и способов их утилизации.

Уметь:

- осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по ведению процесса переработки химического сырья;
- выполнять расчеты норм расхода сырья, проводить основные инженерные расчеты для подбора оборудования в соответствии с технологическими регламентами и масштабом производства;
- выявлять и устранять отклонения от регламентных режимов работы основного технологического оборудования;
- применять элементы экологического анализа в практической работе;

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и оформления проектной и технической документации, регламентирующей повышение технической устойчивости, проведение модернизации и реконструкции оборудования объектов химического производства;
- основными приемами по обеспечению безопасного производства и эксплуатационной целостности технологического оборудования химических объектов;
- методами ведения технологического процесса в соответствии с регламентом, использовать современные технические средства для измерения и управления основными параметрами технологических процессов, определения практически важных свойств сырья и продукции;
- способами выявления и устранения отклонений от регламентных параметров технологического процесса.

6. Виды учебной работы и их объем

Семестр 8

Вид учебной работы	Семестр 8		
	Объем		
	з.е.	акад. ч.	астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,00	72	54,00
Контактная работа - аудиторные занятия:	0,90	32	24,00
Лекции	0,45	16	12,00
Лабораторные работы			
Практические занятия	0,45	16	12,00
Самостоятельная работа	1,11	40	30,00
Контроль			
Форма (ы) контроля:			

зачет



Новомосковский институт
РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Овчаров Александр Владимирович
Заместитель директора по
учебной и научной работе,
Служба заместителя директора
по учебной и научной работе

Подписан: 27:06:2026 11:06:00