

Образец

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал)



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной и научной работе

НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева

А.В. Овчаров

« » 2017 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации**

Термодинамика неравновесных процессов

Новомосковск, 2017

1. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

1.1. Общая характеристика программы

1.1.1. Законодательные и нормативные правовые акты, в соответствии с которыми разрабатывалась программа повышения квалификации:

- Федеральный закон от 09.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- приказ Минобрнауки России от 01.07.2013 №499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» (зарегистрирован в Минюсте России 20.08.2013 № 29444);

- письмо Минобрнауки России от 02.09.2013 № АК-1879/06 «О документах о квалификации»

1.1.2. Тип дополнительной профессиональной программы: повышение квалификации (далее Программа).

1.1.3. Программа направлена на совершенствование и/или получение новой компетенции в области химической технологии.

1.1.4. К освоению Программы допускаются: лица, имеющие и/или получающие средне-профессиональное образование; лица, имеющие и/или получающие высшее образование.

1.1.5. Срок освоения Программы: 16 час.

1.1.6. Форма обучения: электронное обучение с применением дистанционных технологий.

1.1.7. Форма аттестации обучающихся: итоговая аттестация в форме тестирования.

1.1.8. Документ о квалификации: лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации, образца, установленного НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева.

1.1.9. При освоении программы параллельно с получением высшего/средне-профессионального образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа о высшем/средне-профессиональном образовании.

1.2. Цели обучения

Совершенствование профессиональных компетенций, сформированных в результате освоения программы бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология:

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

1.3. Планируемые результаты обучения

Изучение дисциплины должно способствовать формированию целостного представления о процессах и явлениях, происходящих в природе, пониманию возможности современных научных методов познания природы и владению ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций, умению использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ.

1.4. Учебный план

№ п/п	Наименование и содержание темы	Всего, час	В том числе, час		
			Л	ПР	СРС
1	Системы и параметры состояния. Постулаты термодинамики неравновесных процессов. Работа, «потерянная» работа, некомпенсированная теплота. Возникновение (производство) энтропии. Функция диссипации. Связь некомпенсированной теплоты с изменением термодинамических функций. Химическая переменная, химическое сродство и первый закон термодинамики. Сродство по Де Донде. Неравенство Де Донде.	2	1	-	1
2	Химическая реакция. Скорость возникновения энтропии при химической реакции. Соотношение сродства и скорости. Теплопередача. Тепловой поток и тепловая сила. Скорость возникновения энтропии при теплопередаче Смещение газов. Диффузия.	2	1	-	1
3	Открытые системы. Первый закон термодинамики для открытых систем. Возникновение энтропии в открытых системах. Скорость возникновения энтропии в единице объема системы при протекании в ней химической реакции. Представления о связи между потоками.	2	1	-	1
4	Уравнение Гиббса и баланс энтропии. Баланс энтропии в разделенной системе. Непрерывные системы. Плотность свойства. Скорость движения центра массы. Скорость диффузии. Субстанциональная производная. Обобщенный закон сохранения субстанции Умова. Расхождение вектора.	2	1	-	1
5	Соотношение для локального изменения экстенсивного свойства, отнесенного к единице объема. Уравнение баланса массы. Уравнение баланса массовой доли компонента. Соотношения для баланса энергии. Локальный баланс полной энергии. Локальный баланс энтропии для непрерывной системы..	2	1	-	1
6	Связь возникновения энтропии с потоками и силами. Уравнение Онзагера. Феноменологический коэффициент. Соотношения Онзагера. Скалярные, векторные и тензорные процессы Самопроизвольный и вынужденный потоки. Принцип симметрии Кюри. Прямые и перекрестные феноменологические коэффициенты. Выбор потоков и сил. Инвариантность функции диссипации. Диффузия в системах с однородной температурой. Диффузия в системах с неоднородной температурой. Эффект Дюфура. Эффект Сорэ. Электрокинетические эффекты. Формула Заксена. Термоэлектрические эффекты. Термомеханические эффекты.	2	1	-	1
7	Применение методов неравновесной термодинамики к химическим реакциям. Принцип детального равновесия. Вывод соотношения взаимности Онзагера. Явления переноса и скорость химической реакции. Релаксационные процессы и время релаксации. Явление последействия. Устойчивость равновесия к флуктуациям. Химическая устойчивость. Тепловая устойчивость. Стационарные состояния. Теорема Глансдорфа-Пригожина. Устойчивость стационарных состояний. Критерий эволюции. Стационарное состояние при химических реакциях.	2	1	-	1
8	Самоорганизация в открытых системах. Типы диссипативных структур. Колебательные реакции. Схема Лотки-Вольтерра. Фазовый портрет. Реакция Белоусова - Жаботинского	2	1	-	1
Всего по программе:		16	8	-	8
Итоговая аттестация после освоения всех тем программы		тестирование			

Л-Лекции, Пр – практическая работа, СРС – самостоятельная работа обучающегося

1.5. Календарный учебный график

1.5.1. Календарный график обучения обучающегося представлен в приложении 1 к Программе.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1. Форма организации образовательной деятельности

Образовательная деятельность слушателей предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции и самостоятельная работа. Самостоятельная работа - при изучении материала тем в форме электронного\дистанционного образовательного ресурса (далее - ЭОР), при выполнении самостоятельных заданий, выполнении тестов промежуточного и итогового контроля знаний.

2.2. Условия реализации программы:

2.2.1. Обучение по Программе осуществляется на основе договора об образовании, заключаемого со слушателем и (или) с физическим или юридическим лицом, обязующимся оплатить обучение лица, зачисляемого на обучение.

2.2.2. Обучение может осуществляться как одновременно и непрерывно, так и поэтапно посредством освоения отдельных тем программы.

2.2.3. При реализации заочной формы обучения с использованием дистанционных технологий по Программе используются ЭОР. Местом обучения является место нахождения учебного корпуса НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева.

2.3. Ресурсы для реализации программы:

2.3.1. ЭОР, позволяющие обеспечить взаимодействие обучающихся с преподавателями независимо от места их нахождения;

2.3.2. Размещенные электронные образовательные ресурсы тем программы, в том числе мультимедийные варианты учебного материала; предоставляются доступные обучающимся ЭОР на сайте НИ РХТУ в системе Moodle.

2.4. Иные условия реализации программы:

Образовательный процесс осуществляется в течение всего календарного года по заочной форме обучения с использованием дистанционных технологий, с сентября по июль - по очной и очно-заочной формам.

3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

3.1. Итоговая аттестация

3.1.1. Итоговая аттестация освоения обучающимся программы проводится в форме зачета (тестирование).

3.1.2. Итоговая аттестация осуществляется после освоения всех тем Программы и успешного прохождения всех промежуточных тестов Программы и подтверждается в виде «зачет» или «незачет».

3.1.3. Итоговая аттестация проводится аттестационной комиссией, которая оценивает результат выполнения итоговой аттестации как одного из главных показателей эффективности обучения слушателей и принимает решение о выдаче слушателям, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, удостоверения о повышении квалификации.

3.1.4. Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительный результат, а также лицам, освоившим часть Программы и (или) отчисленным из НИ РХТУ выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому НИ РХТУ.

3.2. Оценочные материалы

3.2.1. Примеры вопросов для итоговой аттестации представлены в приложении 2 к Программе.

3.2.2. Критерии оценивания.

Зачет на итоговой аттестации выставляется в случае, если не менее 75 % ответов правильные.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

4.1. Перечень основной литературы

1. Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия. М.: Химия, 2012. –840 с
2. Кизим Н.Ф. Термодинамика неравновесных процессов. Новомосковск, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт, 2008. –144 с

4.2. Перечень рекомендуемой дополнительной литературы

1. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. М.: Мир, 2009. –461 с
2. Де Гроот, П. Мазур. Неравновесная термодинамика. М., Мир. -1964
3. И. Пригожин. Введение в термодинамику необратимых процессов. М.,ИЛ.-1967
4. Основы физической химии. Теория и задачи / Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. М.: «Экзамен», 2005. –480с.

4.3. Перечень рекомендуемых Интернет ресурсов

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

Разработчик(и): д.х.н., профессор Н.Ф. Кизим

Программа утверждена на заседании кафедры
ПРОТОКОЛ № _____ от 24.12.2017 г

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

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК
ОБУЧЕНИЯ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
Термодинамика неравновесных процессов

Форма обучения: электронное обучение с применением дистанционных технологий.
Сроки обучения: устанавливаются по мере зачисления обучающихся

№ п/п	Наименование темы	Дни недели							
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Системы и параметры состояния. Постулаты термодинамики неравновесных процессов. Работа «потерянная» работа, некомпенсированная теплота. Возникновение (производство) энтропии. Функция диссипации. Связь некомпенсированной теплоты с изменением термодинамических функций. Химическая переменная, химическое сродство и первый закон термодинамики. Сродство по Де Донде. Неравенство Де Донде	Л							
2	Химическая реакция. Скорость возникновения энтропии при химической реакции. Соотношение сродства и скорости. Теплопередача. Тепловой поток и тепловая сила. Скорость возникновения энтропии при теплопередаче. Смещение газов. Диффузия.	Л							
3	Открытые системы. Первый закон термодинамики для открытых систем. Возникновение энтропии в открытых системах. Скорость возникновения энтропии в единице объема системы при протекании в ней химической реакции. Представления о связи между потоками.		Л						
4	Уравнение Гиббса и баланс энтропии. Баланс энтропии в разделенной системе. Непрерывные системы. Плотность свойства. Скорость движения центра массы. Скорость диффузии. Субстанциональная производная. Обобщенный закон сохранения субстанции Умова. Расхождение вектора.			Л					
5	Соотношение для локального изменения экстенсивного свойства, отнесенного к единице объема. Уравнение баланса массы. Уравнение баланса массовой доли компонента. Соотношения для баланса энергии. Локальный баланс полной энергии. Локальный баланс энтропии для непрерывной системы..			Л					
6	Связь возникновения энтропии с потоками и силами. Уравнение Онзагера. Феноменологический коэффициент. Соотношения Онзагера. Скалярные, векторные и тензорные процессы. Самопроизвольный и вынужденный потоки. Принцип симметрии Кюри. Прямые и перекрестные феноменологические коэффициенты. Выбор потоков и сил. Инвариантность функции диссипации. Диффузия в системах с однородной температурой. Диффузия в системах с неоднородной температурой. Эффект Дюфура. Эффект Сорэ. Электрокинетические эффекты. Формула Заксена. Термоэлектрические эффекты. Термомеханические эффекты.					Л			
7	Применение методов неравновесной термодинамики к химическим реакциям. Принцип детального равновесия. Вывод соотношения взаимности Онзагера. Явления переноса и скорость химической реакции. Релаксационные процессы и время релаксации. Явление последдействия. Устойчивость равновесия к флуктуациям. Химическая устойчивость. Тепловая устойчивость. Стационарные состояния. Теорема Глансдорфа-Пригожина. Устойчивость стационарных состояний. Критерий эволюции. Стационарное состояние при химических реакциях.						Л		
	Самоорганизация в открытых системах. Типы диссипативных структур. Коллебательные реакции. Схема Лотки-Вольтерра. Фазовый портрет. Реакция Белоусова - Жаботинского							Л	
9	Итоговая аттестация.								А

Л1 – лекция П1 – практические занятия А – аттестация

Руководитель ЦДОУ  Т.И.Шатрова

Согласовано:
зав. каф «Фундаментальная химия», д.х.н., профессор  Н.Ф. Кизим. Лектор профессор Н.Ф. Кизим

**Примеры вопросов для итоговой аттестации
(вопросы теста)**

1. Укажите постулат о локальном равновесии.
2. Функция диссипации – это...
3. Укажите закон субстанции Умова