

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Химии и технологии материалов современной энергетики»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Химическая технология материалов ядерного топливного цикла**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	5	180	16	16	16	12	132	Экз.
6	6	216	32	32	32	0	120	Экз.
Итого	11	396	48	48	48	12	252	

## Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программы «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

### 1) **знать:**

3.1 математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин

3.2 современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований;

3.3 методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условиях, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости.

### 2) **уметь:**

У.1 определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов

У.2 обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований

У.3 проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать

### 3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла

В.2 навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований

В.3 современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физическая химия» являются:

объяснение сущности химических реакций и сопутствующих им физических явлений, что позволяет управлять химическим процессом, предсказывая его ход и конечный результат, формирование научного мировоззрения инженера в области теории химических процессов, овладение навыками применения теоретических законов к решению практических вопросов химической технологии

Основными задачами дисциплины являются:

- теоретические познания законов химической термодинамики, химического и фазового равновесия, современной теории растворов, основ электрохимии, закономерностей химической кинетики и катализа;
- изучение и объяснение основных закономерностей, определяющих направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние на них среды, примесей и т.п., условия получения максимального выхода продуктов реакции;
- установление связи между строением вещества и его реакционной способностью;
- изучение основных законов физической химии;
- развитие у студентов навыков логического мышления.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физическая химия» (Б1.Б.3.7) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

## 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ОПК-1</b> Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	<b>З-ОПК-1</b> Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин <b>У-ОПК-1</b> Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов <b>В-ОПК-1</b> Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла
<b>ОПК-2</b> Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	<b>З-ОПК-2</b> Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований <b>У-ОПК-2</b> Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований <b>В-ОПК-2</b> Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>			
Анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; Составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы; Проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики	руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием	<b>ПК-1</b> Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей	<b>З-ПК-1</b> Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условия, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости <b>У-ПК-1</b> Уметь: проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать <b>В-ПК-1</b> Владеть: современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	ядерных объектов		

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Физическая химия» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

#### 5 Структура и содержание учебной дисциплины

##### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программе «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – **11, 396 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 5, 6.**

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Раздел 1 Строение вещества и химическая термодинамика»
- **раздел 2** – «Фазовое равновесие»
- **раздел 3** – «Учение о растворах»
- **раздел 4** – «Электрохимия»
- **раздел 5** – «Кинетика и катализ»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>5 семестр (18 недель)</b>								
1	Раздел 1 Строение вещества и химическая термодинамика	16	16	16	78	9/ЛР1, 11/ЛР2, 15/ЛР3, 3/БД31, 9/БД32,	15/КР1, 15/КР2	60

						15/БДЗЗ, 12/Реф1		
	Экзамен				54			40
<b>Итого за 5 семестр:</b>		16	16	16	132			100
<b>6 семестр (18 недель)</b>								
2	Фазовое равновесие	6	6	4	20	1/ЛР4, 3/БДЗ4, 2/КИ1	3/Кл1	18
3	Учение о растворах	8	10	10	24	3/ЛР5, 7/ЛР6, 4/ДЗ1, 6/ДЗ2, 8/ДЗЗ, 9/КИ2	9/КИЗ	19
4	Электрохимия	10	8	10	22	9/КИ4	12/КИ5	6
5	Кинетика и катализ	8	8	8	18	13/КИ6, 15/КИ7, 14/ДЗ4, 16/КИ8	16/КИ9	17
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 6 семестр:</b>		32	32	32	120			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Номера разделов</b>	<b>Аттестационные мероприятия</b>
– Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин ( <b>З-ОПК-1</b> )	1, 2, 3, 4, 5	БДЗ1, БДЗ2, БДЗЗ, Реф1, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БДЗ4, Кл1, ДЗ1, ДЗ2, ДЗЗ, КИ2, КИЗ, КИ4, КИ5, ДЗ4, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)
– Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов ( <b>У-ОПК-1</b> )	1, 2, 3, 4, 5	БДЗ2, БДЗЗ, Реф1, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БДЗ4, КИ1, Кл1, ДЗ1, ДЗ2, ДЗЗ, КИ2, КИЗ, КИ4, КИ5, ДЗ4, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)

<p>– Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла (<b>В-ОПК-1</b>)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5</p>	<p>БД31, БД32, БД33, Реф1, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БД34, КИ1, Кл1, Д31, Д32, Д33, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, Д34, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований (<b>З-ОПК-2</b>)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5</p>	<p>БД31, БД33, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БД34, Кл1, Д32, Д33, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ7, Д34, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований (<b>У-ОПК-2</b>)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5</p>	<p>БД31, БД33, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БД34, Кл1, Д32, Д33, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, Д34, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований (<b>В-ОПК-2</b>)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5</p>	<p>ЛР2, ЛР3, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), ЛР4, Кл1, Д33, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ9, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условиях, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости (<b>З-ПК-1</b>)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5</p>	<p>ЛР1, ЛР2, ЛР3, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), ЛР4, КИ1, ЛР5, ЛР6, КИ5, КИ6, КИ7, КИ9, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Уметь: проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать (<b>У-ПК-1</b>)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5</p>	<p>ЛР1, ЛР2, ЛР3, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), ЛР4, ЛР5, ЛР6, КИ5, КИ6, КИ7, КИ9, Экзамен (6 сем.)</p>

– Владеть: современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата ( <b>В-ПК-1</b> )	1, 2, 3, 4, 5	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), ЛР4, ЛР5, ЛР6, КИ5, КИ6, КИ7, КИ9, Экзамен (6 сем.)
--	---------------	--

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Строение вещества и химическая термодинамика</b>	
<b>1.1 строение вещества.</b> Предмет и содержание дисциплины. Методы исследования. Этапы развития. Значения для химической технологии. Философские аспекты физической химии. Основные постулаты квантовой механики. Решение стационарного уравнения Шрёдингера . Характеристика методов ВС,АО,МОХ. Использование физических методов исследования для характеристики строения атомов и молекул.	2
<b>1.2 Химическая термодинамика..</b> Термохимия. Основные понятия и их определения. Термодинамические системы и термодинамические параметры. Фаза и компонент. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа. Функции состояния и процесса. Первое начало термодинамики. Закон Гесса. Стандартные энтальпии образования и сгорания соединений. Способы расчета тепловых эффектов химических реакций при постоянной температуре.	2
<b>1.3 Химическая термодинамика.</b> Способы расчета тепловых эффектов химических реакций при постоянной температуре. Самопроизвольные и несамопроизвольные, термодинамически обратимые и необратимые процессы. Работа и теплота обратимого процесса. Энтропия. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Энтропия как критерий направления самопроизвольных процессов в изолированных системах. Постулат Планка. Расчет изменения энтропии в ходе химической реакции при различных температурах. Объединенное выражение первого и второго начала термодинамики. Термодинамические потенциалы. Критерии направления процесса. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Максимальная и максимально полезная работа.	2



Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<p><b>1.4 Химическая термодинамика.</b> Термодинамические потенциалы как критерии направления и предела протекания процессов. Расчет изменения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца в различных процессах. Таблицы стандартных энергий Гиббса. Характеристические функции. Уравнение Гиббса - Гельмгольца. Химический потенциал, зависимость его от давления для идеальных и реальных систем. Летучесть, коэффициент летучести. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Сумма по состояниям. Вычисление термодинамических функций через сумму по состояниям. Вычисление константы равновесия с использованием сумм по состояниям.</p>	2
<p><b>1.5 Химическое равновесие.</b> Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константа равновесия. Уравнение изотермы химической реакции Химическое сродство. Способы выражения термодинамических констант для гомогенных и гетерогенных реакций. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продукта, степени превращения, степени диссоциации. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Принцип подвижного равновесия Ле Шателье - Брауна. Влияние температуры, давления и добавки индифферентных газов на равновесие. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Расчёт константы химического равновесия с помощью стандартных термодинамических величин (метод Тёмкина-Шварцмана и другие)</p>	8
<i>Итого по разделу 1:</i>	16
<b>Раздел 2 Фазовое равновесие</b>	
<p><b>2.1 Фазовое равновесие..</b> Условия термодинамического равновесия в многофазных многокомпонентных системах. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его использование для определения тепловых эффектов процессов фазовых переходов. Диаграммы фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Тройная точка. Фазовые равновесия в двухкомпонентных система Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния, их геометрический строй. Термический анализ. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды и серы Двухкомпонентные системы с простой эвтектикой с устойчивым и неустойчивым хим. соединением с неограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии (твёрдый раствор замещения) с ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии (твёрдый раствор внедрения) с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии. Понятие о верхней и нижней критической температуре растворимости. Правило Алексева диаграммы состояния водно-солевых систем. Трехкомпонентные диаграммы</p>	6
<i>Итого по разделу 2:</i>	6

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 3 Учение о растворах</b>	
<b>3.1 Учение о растворах.</b> Термодинамика растворов. Экстенсивные и интенсивные свойства растворов. Уравнение Гиббса-Дюгема. Парциальные молярные величины и методы их определения. Термодинамическая классификация растворов (растворы идеальные, реальные, предельно разбавленные, растворы неэлектролитов). Аддитивные (энтальпия, объем, теплоемкость) и неаддитивные свойства идеальных растворов. Химический потенциал компонента идеального и реального раствора. Активность компонента раствора, коэффициенты активности Учение о растворах. Теории образования и общие свойства растворов. Характеристика теорий Давление пара над раствором. Закон Рауля и отклонения от него. Состав пара над раствором. Законы Коновалова. Диаграммы "давление-состав" и "температура кипения-состав" Азеотропные растворы. Теоретические основы перегонки и ректификации. Температура кипения и температура кристаллизации растворов нелетучих веществ. Явление осмоса. Химический потенциал компонента в идеальных и неидеальных растворах. Метод активности в растворах неэлектролитов. Способы определения активности и коэффициента активности в растворах неэлектролитов	8
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
<b>Раздел 4 Электрохимия</b>	
<b>4.1 Работа гальванических элементов.</b> Растворы электролитов. Теория слабых электролитов. Сильные электролиты. Теория Дебая-Хюккеля. Термодинамика растворов сильных электролитов. Ионная сила раствора. Определение среднеионного коэффициента активности. Термодинамика неводных растворов электролитов. Электропроводность растворов, зависимость её от различные факторов. Электродвижущие силы. Двойной электрический слой. Гальванический элемент. Потенциал электрода. Ряд стандартных электродных потенциалов. Термодинамика гальванического элемента. Типы гальванических элементов. Диффузионный потенциал. Практическое использование метода э.д.с.	6
<b>4.2 Электролиз.</b> Особенности электродных процессов второго вида. Ионизация в растворах и расплавах сильных электролитов. Законы Фарадея. Порядок разрядки электродов в растворах и расплавах электролитов. Общие кинетические закономерности протекания электролиза. Поляризация электродов. Перенапряжение. Особенности электролиза с инертными и активными электродами	4
<i>Итого по разделу 4:</i>	10

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 5 Кинетика и катализ</b>	
<b>5.1 Химическая кинетика.</b> 5.1 Химическая кинетика. Основы формальной кинетики. Константа скорости реакции. Порядок и молекулярность реакции. Кинетические уравнения реакций первого, второго и третьего порядков. Период полураспада. Теория активных соударений. Энергия активации. Теория переходного состояния. Сложные реакции: обратимые, последовательные, параллельные, сопряжённые. Стадийное протекание реакций. Лимитирующая стадия. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Вычисление энергии активации. Особенности протекания химических реакций в растворах. Роль растворителя. Цепные реакции. Простые и разветвленные цепи. Кинетика цепных неразветвлённых реакций. Принципы независимости и стационарных состояний Боденштейна. Фотохимические реакции. Закон эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход. Кинетика фотохимических реакций. Кинетика гетерогенных процессов. Уравнение диффузии. Законы Фика. Соотношение диффузионных и кинетических факторов в кинетике	6
<b>5.2 Адсорбция и катализ.</b> Адсорбция физическая и химическая. Теории адсорбции. Основные понятия катализа. Классификация каталитических процессов. Механизм гомогенного катализа. Влияние катализатора на энергию активации. Протолитическая теория кислот и оснований. Кислотно-основной катализ. Гетерогенный катализ, его особенности. Мультиплетная теория Баландина. Требования к выбору катализатора	2
<i>Итого по разделу 5:</i>	8
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>48</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Раздел 1 Строение вещества и химическая термодинамика</b>	
<b>1.1 Теплота растворения соли.</b> . Калориметрический способ определения теплоты растворения соли на УЛК Химия	4
<b>1.2 Плотность жидкости.</b> Пикнометрический способ определения плотности растворов уксусной кислоты	4
<b>1.3 Химическое равновесие в гомогенной системе.</b> Химическое равновесие в гомогенной системе. Стат.метод определения константы равновесия	8
<i>Итого по разделу 1:</i>	16
<b>Раздел 2 Фазовое равновесие</b>	
<b>2.1 Термический анализ.</b> . Термический анализ визуальным методом системы дифенил-нафталин	4

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
<b>Раздел 3 Учение о растворах</b>	
<b>3.1 Определение константы диссоциации слабого электролита методом электропроводности.</b> . Определение константы диссоциации слабого электролита методом электропроводности.	4
<b>3.2 Коэффициент электропроводности сильного электролита.</b> . Коэффициент электропроводности сильного электролита, удельная и эквивалентная электропроводности хлорида натрия	6
<i>Итого по разделу 3:</i>	10
<b>Раздел 4 Электрохимия</b>	
<b>4.1 Электродные процессы и ЭДС.</b> Электродный потенциал цинкового или медного электрода на УЛК Химия	4
<b>4.2 Термодинамика гальванического элемента.</b> Термодинамика гальванического элемента. ЭДС концентрационного гальванического элемента.	6
<i>Итого по разделу 4:</i>	10
<b>Раздел 5 Кинетика и катализ</b>	
<b>5.1 Изучение кинетики омыления сложного эфира.</b> Кинетические исследования гомогенной реакции второго порядка	4
<b>5.2 Изучение скорости разложения мочевины методом электропроводности.</b> . Кинетические исследования методом электропроводности реакции первого порядка	4
<i>Итого по разделу 5:</i>	8
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>48</b>

#### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Раздел 1 Строение вещества и химическая термодинамика</b>	
<b>1.1 Термохимические расчёты.</b> 1.1 Расчеты тепловых эффектов реакций в изохорных и изобарных условиях. 1.2 Расчеты тепловых эффектов по теплотам образования и теплотам сгорания веществ. 1.3 Расчеты тепловых эффектов с учетом количества вещества. Расчеты тепловых эффектов реакций, протекающих в растворах. 1.4 Расчеты тепловых эффектов растворения, разбавления и смешения растворов. Расчет теплового эффекта реакции при любой заданной температуре.	4

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>1.2 Расчёт энтропии и термодинамических потенциалов.</b> 1.5 Расчеты теплоемкости индивидуальных веществ и смесей в различных условиях. 1.6 Расчеты изменения энтропии в различных процессах. 1.7 Расчеты свободной энергии Гиббса и Гельмгольца в различных процессах и условиях.	6
<b>1.3 Расчёт константы равновесия.</b> Расчеты по химическому равновесию с использованием закона действия масс. Расчеты состава равновесных смесей. Расчеты по химическому равновесию с использованием уравнений изотермы, изобары, изохоры химической реакции. Решение задач по методу Темкина-Шварцмана.	6
<i>Итого по разделу 1:</i>	16
<b>Раздел 2 Фазовое равновесие</b>	
<b>2.1 Фазовое равновесие.</b> Анализ простейших диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Водно-солевые диаграммы. Анализ сложных диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Анализ диаграмм состояния трехкомпонентных систем. Анализ изотермной диаграммы H <sub>2</sub> O-RX-QX.	6
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
<b>Раздел 3 Учение о растворах</b>	
<b>3.1 Расчеты парциальных мольных величин.</b> Определение парциальных мольных величин по уравнениям термодинамики растворов электролитов	2
<b>3.2 Расчеты свойств растворов нелетучих веществ и растворов летучих веществ в летучем растворителе.</b> . Расчеты свойств растворов нелетучих веществ (коллегативных свойств). Расчеты свойств растворов летучих веществ в летучем растворителе.	4
<b>3.3 Расчеты коэффициентов активности, активности растворов.</b> . Различные способы определения активности и коэффициентов активности растворов электролитов и неэлектролитов в т.ч. среднеионных активностей и коэффициентов активностей	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	10
<b>Раздел 4 Электрохимия</b>	
<b>4.1 Решение задач на тему «Электропроводность растворов».</b> . Определение удельной и эквивалентной электропроводности. Уравнение Кольрауша и другие.	4
<b>4.2 Решение задач на тему «Электродвижущие силы».</b> Определение физико-химических величин с использованием ЭДС	4
<i>Итого по разделу 4:</i>	8
<b>Раздел 5 Кинетика и катализ</b>	
<b>5.1 Кинетические расчёты с использованием формальной кинетики гомогенных реакций.</b>	4
<b>5.2 Определение константы скорости и энергии активации .</b> Решение задач по определению константы скорости и энергии активации по уравнению Аррениуса	4
<i>Итого по разделу 5:</i>	8
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>48</b>

## 5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

## 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Методы проблемного обучения, Проектный метод.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Обучение на основе опыта, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 12 час.

## 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-1	З-ОПК-1	БД31, БД32, БД33, Реф1, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БД34, Кл1, Д31, Д32, Д33, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, Д34, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)
ОПК-1	У-ОПК-1	БД32, БД33, Реф1, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БД34, КИ1, Кл1, Д31, Д32, Д33, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, Д34, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)
ОПК-1	В-ОПК-1	БД31, БД32, БД33, Реф1, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БД34, КИ1, Кл1, Д31, Д32, Д33, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, Д34, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)
ОПК-2	З-ОПК-2	БД31, БД33, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БД34, Кл1, Д32, Д33, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ7, Д34, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)
ОПК-2	У-ОПК-2	БД31, БД33, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), БД34, Кл1, Д32, Д33, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, Д34, КИ8, КИ9, Экзамен (6 сем.)
ОПК-2	В-ОПК-2	ЛР2, ЛР3, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), ЛР4, Кл1, Д33, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ9, Экзамен (6 сем.)
ПК-1	З-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), ЛР4, КИ1, ЛР5, ЛР6, КИ5, КИ6, КИ7, КИ9, Экзамен (6 сем.)
ПК-1	У-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), ЛР4, ЛР5, ЛР6, КИ5, КИ6, КИ7, КИ9, Экзамен (6 сем.)
ПК-1	В-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КР1, КР2, Экзамен (5 сем.), ЛР4, ЛР5, ЛР6, КИ5, КИ6, КИ7, КИ9, Экзамен (6 сем.)

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет

собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

#### Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР1	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР2	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР3	Лабораторная работа	3	1.8
БДЗ1	Большое домашнее задание	12	7.2
БДЗ2	Большое домашнее задание	9	5.4
БДЗ3	Большое домашнее задание	9	5.4
Реф1	Реферат	6	3.6
КР1	Контрольная работа	6	3.6
КР2	Контрольная работа	7	4.2
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

#### Аттестация в 6 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР4	Лабораторная работа	3	1.8
БДЗ4	Большое домашнее задание	4	2.4
КИ1	Контроль по итогам	3	1.8
Кл1	Коллоквиум	8	4.8
ЛР5	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР6	Лабораторная работа	4	2.4
ДЗ1	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ2	Домашнее задание	2	1.2
ДЗ3	Домашнее задание	2	1.2
КИ2	Контроль по итогам	2	1.2
КИ3	Контроль по итогам	3	1.8
КИ4	Контроль по итогам	3	1.8
КИ5	Контроль по итогам	3	1.8
КИ6	Контроль по итогам	3	1.8
КИ7	Контроль по итогам	3	1.8
ДЗ4	Домашнее задание	4	2.4
КИ8	Контроль по итогам	4	2.4
КИ9	Контроль по итогам	3	1.8
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			

Экзамен	40	24
<b>Итого:</b>	<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка *«неудовлетворительно»* ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

#### Вопросы для Экзамена (5 семестр):

- 1 Строение вещества. Предмет и содержание дисциплины.
- 2 Методы исследования. Этапы развития. Значения для химической технологии.
- 3 Философские аспекты физической химии. Основные постулаты квантовой механики.
- 4 Решение стационарного уравнения Шрёдингера.
- 5 Характеристика методов ВС,АО,МОХ. Использование физических методов исследования для характеристики строения атомов и молекул.
- 6 Химическая термодинамика.
- 7 Термохимия. Основные понятия и их определения.
- 8 Термодинамические системы и термодинамические параметры.
- 9 Фаза и компонент.
- 10 Внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа.
- 11 Функции состояния и процесса.
- 12 Первое начало термодинамики.
- 13 Закон Гесса.
- 14 Стандартные энтальпии образования и сгорания соединений.
- 15 Способы расчета тепловых эффектов химических реакций при постоянной температуре.
- 16 Самопроизвольные и несамопроизвольные, термодинамически обратимые и необратимые процессы.
- 17 Работа и теплота обратимого процесса.
- 18 Энтропия. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах.
- 19 Энтропия как критерий направления самопроизвольных процессов в изолированных системах.



- 20 Постулат Планка. Расчет изменения энтропии в ходе химической реакции при различных температурах.
- 21 Объединенное выражение первого и второго начала термодинамики.
- 22 Термодинамические потенциалы.
- 23 Критерии направления процесса.
- 24 Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца.
- 25 Максимальная и максимально полезная работа.
- 26 Термодинамические потенциалы как критерии направления и предела протекания процессов.
- 27 Расчет изменения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца в различных процессах.
- 28 Таблицы стандартных энергий Гиббса. Характеристические функции.
- 29 Уравнение Гиббса - Гельмгольца.
- 30 Химический потенциал, зависимость его от давления для идеальных и реальных систем.
- 31 Летучесть, коэффициент летучести.
- 32 Микро- и макросостояния системы.
- 33 Термодинамическая вероятность.
- 34 Сумма по состояниям. Вычисление термодинамических функций через сумму по состояниям.
- 35 Вычисление константы равновесия с использованием сумм по состояниям.
- 36 Фазовое равновесие. Условия термодинамического равновесия в многофазных многокомпонентных системах.
- 37 Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах.
- 38 Зависимость давления насыщенного пара от температуры.
- 39 Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его использование для определения тепловых эффектов процессов фазовых переходов.
- 40 Диаграммы фазовых равновесий в однокомпонентных системах.
- 41 Тройная точка.
- 42 Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах.
- 43 Правило фаз Гиббса.
- 44 Диаграммы состояния, их геометрический строй.
- 45 Термический анализ.
- 46 Однокомпонентные системы.
- 47 Диаграммы состояния воды и серы
- 48 Двухкомпонентные системы с простой эвтектикой, с устойчивым и неустойчивым хим. соединением, с неограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии (твёрдый раствор замещения), с ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии (твёрдый раствор внедрения), с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии.
- 49 Понятие о верхней и нижней критической температуре растворимости.
- 50 Правило Алексева диаграммы состояния водно-солевых систем.
- 51 Трехкомпонентные диаграммы
- 52 Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константа равновесия.
- 53 Уравнение изотермы химической реакции
- 54 Химическое сродство.
- 55 Способы выражения термодинамических констант для гомогенных и гетерогенных реакций.
- 56 Вычисление состава равновесной смеси, выхода продукта, степени превращения, степени диссоциации.
- 57 Зависимость константы равновесия от температуры.
- 58 Уравнение изобары и изохоры химической реакции.
- 59 Принцип подвижного равновесия Ле Шателье - Брауна.

- 60 Влияние температуры, давления и добавки индифферентных газов на равновесие.
- 61 Химическое равновесие в гетерогенных системах.
- 62 Расчёт константы химического равновесия с помощью стандартных термодинамических величин (метод Тёмкина-Шварцмана и другие).

#### **Вопросы для Экзамена (6 семестр):**

- 1 Термодинамика растворов. Экстенсивные и интенсивные свойства растворов.
  - 2 Уравнение Гиббса-Дюгема.
  - 3 Парциальные молярные величины и методы их определения.
  - 4 Термодинамическая классификация растворов (растворы идеальные, реальные, предельно разбавленные, растворы неэлектролитов).
  - 5 Аддитивные (энтальпия, объем, теплоемкость) и неаддитивные свойства идеальных растворов.
  - 6 Химический потенциал компонента идеального и реального раствора.
  - 7 Активность компонента раствора, коэффициенты активности.
  - 8 Учение о растворах. Теории образования и общие свойства растворов.
- Характеристика теорий.
- 9 Давление пара над раствором.
  - 10 Закон Рауля и отклонения от него.
  - 11 Состав пара над раствором.
  - 12 Законы Коновалова. Диаграммы "давление-состав" и "температура кипения-состав"
  - 13 Азеотропные растворы.
  - 14 Теоретические основы перегонки и ректификации.
  - 15 Температура кипения и температура кристаллизации растворов нелетучих веществ.
  - 16 Явление осмоса.
  - 17 Химический потенциал компонента в идеальных и неидеальных растворах.
  - 18 Метод активности в растворах неэлектролитов.
  - 19 Способы определения активности и коэффициента активности в растворах неэлектролитов.
  - 20 Работа гальванических элементов.
  - 21 Растворы электролитов.
  - 22 Теория слабых электролитов.
  - 23 Сильные электролиты. Теория Дебая-Хюккеля.
  - 24 Термодинамика растворов сильных электролитов.
  - 25 Ионная сила раствора.
  - 26 Определение среднеионного коэффициента активности.
  - 27 Термодинамика неводных растворов электролитов.
  - 28 Электропроводность растворов, зависимость её от различные факторов.
  - 29 Электродвижущие силы.
  - 30 Двойной электрический слой.
  - 31 Гальванический элемент.
  - 32 Потенциал электрода.
  - 33 Ряд стандартных электродных потенциалов.
  - 34 Термодинамика гальванического элемента.
  - 35 Типы гальванических элементов.
  - 36 Диффузионный потенциал.
  - 37 Практическое использование метода э.д.с.
  - 38 Электролиз.
  - 39 Особенности электродных процессов второго вида.
  - 40 Ионизация в растворах и расплавах сильных электролитов.

- 41 Законы Фарадея.
- 42 Порядок разрядки электродов в растворах и расплавах электролитов.
- 43 Общие кинетические закономерности протекания электролиза.
- 44 Поляризация электродов. Перенапряжение.
- 45 Особенности электролиза с инертными и активными электродами
- 46 Химическая кинетика. Основы формальной кинетики.
- 47 Константа скорости реакции.
- 48 Порядок и молекулярность реакции.
- 49 Кинетические уравнения реакций первого, второго и третьего порядков.
- 50 Период полураспада.
- 51 Теория активных соударений.
- 52 Энергия активации.
- 53 Теория переходного состояния.
- 54 Сложные реакции: обратимые, последовательные, параллельные, сопряжённые.
- 55 Стадийное протекание реакций.
- 56 Лимитирующая стадия.
- 57 Зависимость скорости реакции от температуры.
- 58 Уравнение Аррениуса.
- 59 Вычисление энергии активации.
- 60 Особенности протекания химических реакций в растворах.
- 61 Роль растворителя.
- 62 Цепные реакции.
- 63 Простые и разветвленные цепи.
- 64 Кинетика цепных неразветвлённых реакций.
- 65 Принципы независимости и стационарных состояний Боденштейна.
- 66 Фотохимические реакции.
- 67 Закон эквивалентности Эйнштейна.
- 68 Квантовый выход.
- 69 Кинетика фотохимических реакций.
- 70 Кинетика гетерогенных процессов.
- 71 Уравнение диффузии.
- 72 Законы Фика.
- 73 Соотношение диффузионных и кинетических факторов в кинетике
- 74 Адсорбция физическая и химическая.
- 75 Теории адсорбции.
- 76 Основные понятия катализа.
- 77 Классификация каталитических процессов.
- 78 Механизм гомогенного катализа.
- 79 Влияние катализатора на энергию активации.
- 80 Протолитическая теория кислот и оснований.
- 81 Кислотно-основной катализ.
- 82 Гетерогенный катализ, его особенности.
- 83 Мультиплетная теория Баландина.
- 84 Требования к выбору катализатора.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Конькова А. В. Курс физической химии [Электронный ресурс] / А. В. Конькова; Госкорпорация "Росатом", Северская государственная технологическая академия ; под ред. Л. П. Еремина - Северск: Изд-во СГТА, 2009 - 441, [1] с.

Л1.2 Конькова А. В. Курс физической химии [Текст] / А. В. Конькова; Госкорпорация "Росатом", Северская государственная технологическая академия ; под ред. Л. П. Еремина - Северск: Изд-во СГТА, 2009 - 441, [1] с.

Л1.3 Стромберг А. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберг - М.: Высшая школа, 2001 - 527 с.

## **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Акулова Ю. П. Физическая химия. Теория и задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Акулова Ю. П., Изотова С. Г., Проскурина О. В., Черепкова И. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 228 с.

Л2.2 Конькова А. В. Многовариантные задачи по физической химии [Текст]: учебное пособие / А. В. Конькова; Федеральное агентство по образованию, Северский государственный технологический институт - Северск: Изд-во СГТИ, 2005 - 304 с.

Л2.3 Конькова А. В. Многовариантные задачи по физической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Конькова; Федеральное агентство по образованию, Северский государственный технологический институт - Северск: Изд-во СГТИ, 2005 - 304 с.

Л2.4 Конькова А. В. Кинетика гомогенных химических реакций [Электронный ресурс]: практическое руководство / А. В. Конькова; Федеральное агентство по образованию, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010 - 16 с.

Л2.5 Конькова А. В. Плотность жидкости [Электронный ресурс]: практическое руководство к лабораторной работе / А. В. Конькова; Федеральное агентство по образованию, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010 - 5 с.

Л2.6 Конькова А. В. Теплота растворения соли [Электронный ресурс]: практическое руководство / А. В. Конькова; Федеральное агентство по образованию, Национальный ядерный исследовательский университет "МИФИ", Северский технологический институт - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010 - 8 с.

Л2.7 Конькова А. В. Теплота растворения соли: методические рекомендации к выполнению лабораторной работы / А. В. Конькова, Т. В. Смолкина; Министерство науки и высшего образования РФ ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, Кафедра химии и технологий материалов современной энергетики (ХиТМСЭ) - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2021 - 15 с.

Л2.8 Конькова А. В. Термический анализ [Электронный ресурс]: практическое руководство / А. В. Конькова; Федеральное агентство по образованию, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010 - 13 с.

Л2.9 Конькова А. В. Фазовое равновесие [Электронный ресурс]: практическое руководство / А. В. Конькова; Федеральное агентство по образованию, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010 - 11 с.

Л2.10 Конькова А. В. Электропроводность растворов электролитов [Электронный ресурс]: практическое руководство / А. В. Конькова; Федеральное агентство по образованию, Национальный ядерный исследовательский университет "МИФИ", Северский технологический институт ; под ред. - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010 - 16 с.

Л2.11 Ожерельев О. А. Определение теплоты растворения соли с помощью УЛК «Химия»: методические указания / О. А. Ожерельев, М. Е. Калаев ; Министерство науки и высшего образования РФ. ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, Кафедра химии

и технологий материалов современной энергетики (ХиТМСЭ) - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2022 - 18 с.

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 Основные учебники, практикумы и справочники по химии: <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html/>

Э2 Портал фундаментального химического образования России Chemnet: <http://www.chem.msu.su/>

Э3 Сайт электронных учебников и пособий по химии: <http://www.rushim.ru/books/books.htm/>

Э4 Образовательный сервер ХимХелп - полный курс химии: [www.himhelp.ru/](http://www.himhelp.ru/)

## **9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## **10 Учебно-методические рекомендации для студентов**

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лекции.** Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

**Практические занятия.** Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из сущности данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

**Лабораторные работы.** Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;

8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия,

должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Выполнение домашних заданий
- Подготовка и написание отчета по практике
- Написание рефератов
- Подготовка к коллоквиуму
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (6 семестр)

В течение 6 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): О.А. Ожерельев