

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Ивангородский гуманитарно-технический институт (филиал)  
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования

"Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического  
приборостроения"

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

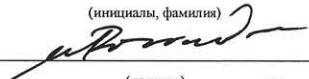
Ответственный за образовательную  
программу

проф., д.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Рождественский

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«19» 06 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

сб. прот.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

А.А. Сорокин  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«19» июня 2025 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 2

д.ф.-м.н.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Ю.В. Рождественский  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора ИФ ГУАП по методической работе

(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

М.В. Шурмер  
(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	18.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Химическая технология
Наименование направленности	Технология переработки природного газа (ИФ)
Форма обучения	очная
Год приема	

## Аннотация

Дисциплина «Физическая химия» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 18.03.01 «Химическая технология» направленности «Технология переработки природного газа (ИФ)». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ОПК-4 «Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с химией и химической технологией.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями освоения дисциплины являются изучение основных законов протекания физико-химических процессов и объяснение причин влияния различных факторов на их направленность и скорость. Ознакомление с методами и приемами расчета термодинамических функций и кинетических характеристик химических реакций и различных физико-химических процессов. Формирование навыков применения законов теоретической химии к решению практических вопросов химической технологии.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.1 знать виды ресурсов и ограничения для решения поставленных задач УК-2.У.1 уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения УК-2.В.2 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом имеющихся условий, ресурсов и ограничений
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств	ОПК-4.У.1 уметь использовать в профессиональной деятельности основы проектирования оборудования для надёжной реализации технологических процессов, а также разрабатывать техническую документацию

	сырья	
--	-------	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Общая и неорганическая химия»,
- «Органическая химия»,
- « Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Химические реакторы»,
- «Моделирование химико-технологических процессов»,
- «Общая химическая технология»

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№4	№5
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	9/ 324	4/ 144	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>			
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	102	51	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	68	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	72	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	150	57	93
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 4</b>					
Раздел 1. Химическая термодинамика. Учение о равновесии в химических реакциях. Тема 1.1. Основные положения и понятия химической термодинамики Тема 1.2. Влияние температуры на химическое равновесие	10		6		18

Раздел 2. Фазовые равновесия и учение о растворах. Тема 2.1. Основные понятия Тема 2.2. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса	12		6		18
Раздел 3. Электрохимия Тема 3.1. Растворы электролитов	12		5		21
Итого в семестре:	34		17		57
Семестр 5					
Раздел 4. Спектрохимия Тема 4.1. Виды молекулярных спектров	10		10		32
Раздел 5. Химическая кинетика и катализ. Тема 5.1. Задачи, основные понятия и определения химической кинетики Тема 5.2. Методы определения порядка реакции	12		7		30
Раздел 6. Статистическая термодинамика Тема 6.1. Основные понятия статистической термодинамики	12				31
Итого в семестре:	34		17		93
Итого	68	0	34	0	150

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<p>Химическая термодинамика. Учение о равновесии в химических реакциях.</p> <p>Тема 1.1. Основные положения и понятия химической термодинамики. Первый закон термодинамики. Понятие внутренней энергии и энтальпии. Приложение первого закона термодинамики к химическим реакциям. Понятия пробега реакции и теплового эффекта химической реакции. Закон Гесса и его следствия. Термодинамические циклы. Теплоемкость. Температурные ряды теплоемкости. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнение Кирхгофа. Методы расчета тепловых эффектов при различных температурах. Химический потенциал идеального газа. Изменение химического потенциала в газофазных реакциях. Условия химического равновесия. Термодинамическое обоснование закона действующих масс.</p> <p>Тема 1.2. Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары химической реакции. Расчет стандартной константы равновесия по методу Темкина Шварцмана Расчет состава равновесной смеси. Влияние различных факторов на равновесный выход продуктов. Химическое равновесие в реальных газофазных системах. Понятия фугитивности и коэффициента фугитивности. Особенности расчета химического равновесие в реальных газофазных системах.</p>
<b>2</b>	<p>Фазовые равновесия и учение о растворах.</p> <p>Тема 2.1. Основные понятия. Условия фазового равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Правило рычага и соединительной прямой. Равновесие в однокомпонентных системах.</p>

	<p>Тема 2.2. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его анализ. Давление насыщенного пара. Диаграммы состояния одно компонентных систем (<math>H_2O</math>, <math>CO_2</math>). Двухкомпонентные системы. Общая характеристика растворов. Идеальные и неидеальные растворы. Системы стандартных состояний. Понятие активности и коэффициента активности. Теплоты растворения и разбавления. Равновесие пар – жидкий раствор в двухкомпонентных системах. Закон Рауля. Причины отклонения от закона Рауля. Диаграммы кипения идеальных и неидеальных двухкомпонентных систем. Теоретические основы процесса ректификации. Равновесие жидкость-жидкость в двухкомпонентных системах. Диаграмма состояния системы фенол-вода. Равновесие кристаллы – жидкий раствор. Уравнение Шредера. Сущность термического метода анализа. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем.</p>
3	<p style="text-align: center;">Электрохимия</p> <p>Тема 3.1. Растворы электролитов. Средняя ионная активность и коэффициент активности. Элементы теории Дебая-Хюккеля. Удельная и молярная электрическая проводимость электролитов. Возникновение скачка потенциала на границе металл раствор. Диффузный потенциал. ЭДС электрохимической цепи. Термодинамика обратимого гальванического элемента. Стандартный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Классификация обратимых электродов. Типы гальванических элементов. Потенциометрия как физико-химический метод исследования.</p>
4	<p style="text-align: center;">Спектрохимия</p> <p>Тема 4.1. Виды молекулярных спектров. Значение спектральных методов в химии. Энергетические уровни молекул и происхождение спектров. Вероятность переходов и правил запрета. Спектры ЭПР. Происхождение и применение в химии. Спектры ЯМР-ПМР. Происхождение и применение в химии. ФЭС и РФЭС – спектры. Происхождение и применение в химии. Вращательный спектр двухатомной молекулы. Происхождение и использование для определения молекулярных постоянных. Колебательный спектр двухатомного гармонического и ангармонического осцилляторов. Энергетические уровни и происхождение спектра. Определение молекулярных постоянных: энергии диссоциации и собственной частоты колебаний двухатомной молекулы из колебательных спектров. Колебательно-вращательный и Электронно-колебательно вращательный спектры двухатомной молекулы. Происхождение и структура. Определение молекулярных постоянных из колебательно-вращательного и электронно-колебательно-вращательного спектра. Принцип Франка-Кондона и его применение для определения энергии диссоциации двухатомной молекулы. Спектры комбинационного рассеяния. Классическая и квантовомеханическая теории их происхождения. Применение КР-спектроскопии. Оптическая активность колебаний в ИК и КР-спектрах. Колебательные спектры многоатомных молекул. Характеристичность фундаментальных частот. Особенности молекулярных спектров растворов. Применение молекулярной спектроскопии в химии.</p>
5	<p style="text-align: center;">Химическая кинетика и катализ.</p> <p>Тема 5.1. Задачи, основные понятия и определения химической кинетики. Факторы, оказывающие влияние на скорость химических реакций. Классификация химических реакций. Кинетический закон действующих масс. Принцип независимости протекания химических реакций. Понятия о лимитирующей стадии процесса и механизме</p>

	<p>химической реакции Кинетика реакций нулевого, первого, второго порядков.</p> <p>Тема 5.2. Методы определения порядка реакции и константы скорости: метод подстановки, графический метод. Методы определения порядка реакции и константы скорости: дифференциальный метод Вант-Гоффа, метод Оставальда-Нойеса, метод понижения порядка. Сложные реакции. Кинетика мономолекулярных обратимых реакций. Сложные реакции. Кинетика мономолекулярных параллельных реакций. Сложные реакции. Кинетика мономолекулярных последовательных реакций. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна, границы его применимости. Зависимость скорости реакции от температуры. Эмпирические уравнения Аррениуса и Вант-Гоффа. Понятие энергии активации, методы её определения. Элементарный химический акт. Основные положения и уравнения теории активных соударений (ТАС). Стерический фактор. Переходное состояние. Изменение потенциальной энергии в ходе реакции. Основные положения и уравнения теории активированного комплекса (ТАК). Термодинамический аспект ТАК. Энтропийный фактор. Особенности кинетики гомогенных реакций в растворах. Влияние растворителя на константу скорости реакции. Кинетика ионных реакций в растворах. Уравнение Бренстеда-Бьеррума. Первичный и вторичный солевые эффекты. Кинетические особенности цепных реакций и фотохимических реакций. Основные понятия в катализе. Типы каталитических реакций. Особенности каталитических процессов (специфичность, активность, избирательность, селективность, модификаторы, промоторы, яды). Причины каталитического действия. Причины изменения энергии и энтропии активации в присутствии катализатора. Механизмы гомогенно-каталитических реакций (слитный, стадийный). Кинетические закономерности гомогенно каталитических реакций. Кинетические особенности ферментативного катализа. Гетерогенный катализ, его особенности. Основные стадии и энергетический профиль гетерогенно-каталитических реакций.</p>
<p style="text-align: center;"><b>6</b></p>	<p style="text-align: center;">Статистическая термодинамика</p> <p>Тема 6.1. Основные понятия статистической термодинамики. Фазовые <math>\mu</math>- и <math>\Gamma</math> – пространства. Каноническое и микроканоническое распределения. Виды статистик. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Классическая статистика Больцмана. Формула Больцмана для энтропии и ее анализ. Основные положения квантовой статистики Больцмана. Уравнение распределения молекул по энергетическим уровням и квантовым состояниям. Его анализ и применение. Сумма по состояниям молекул (<math>Q</math>). Связь суммы по состояниям с внутренней энергией (<math>U-U_0</math>), энтропией, энергией Гиббса и приведенной энергией Гиббса. Выражение константы равновесия через суммы по состояниям молекул реагентов. Вывод и применение уравнения в химической кинетике. Сумма по состояниям поступательного движения. Формула Закура-Тетрода. Использование <math>Q_{\text{post}}</math> в теории химической кинетики. Сумма по состояниям колебательного движения. Сумма по состояниям электронного и вращательного движения молекулы. Пути расчета термодинамических свойств реальных газов и конденсированных тел методами статистической термодинамики. Основные идеи статистики Гиббса. Конфигурационные интегралы. Сумма по состояниям молекулы и системы.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
	– «Определение теплоты растворения хорошо растворимой соли»; – «Определение теплоты гидратообразования солей металлов»; – «Определение теплоты нейтрализации». – «Определение константы равновесия реакции дегидрирования изопропилового спирта».	6	3	1
	– «Исследование зависимости давления насыщенного пара от температуры в однокомпонентных системах»; – «Построение и анализ диаграмм кипения для бинарных систем»; – «Построение и анализ диаграмм кипения для бинарных систем»; – «Построение диаграммы расслоения фенол-вода»; – «Построение и анализ диаграмм плавкости двухкомпонентных систем методом термического анализа».	6	3	2
	– «Определение константы электролитической диссоциации слабых электролитов по зависимости электрической проводимости от концентрации растворов»; – «Определение коэффициента электропроводности сильных электролитов по зависимости электрической проводимости от концентрации растворов». – «Определение коэффициентов активности электролитов потенциометрическим методом»; – «Определение pH раствора с помощью водородного, хингидронного и стеклянного электродов».	5	2	3
Семестр 5				
	– «Изучение спектров комбинационного рассеяния и инфракрасных спектров поглощения многоатомных молекул. Расчет теплоемкости газообразных молекул по данным КР-спектров»; – «Качественный и количественный анализ смеси ароматических углеводородов по КР-спектрам».	10	5	4

Определение характеристических частот колебаний в КР-спектрах органических соединений»; – «Определение энергий диссоциации молекул галогенов в основном и возбужденном состояниях». возбужденном состоянии».			
– «Изучение кинетики реакции омыления этилацетата в щелочной среде»; – «Изучение кинетики разложения мурексида в кислой среде»; – «Изучение кинетики окисления йодид-ионов ионами трехвалентного железа»; – «Изучение кинетики гомогенно-каталитического разложения пероксида водорода»; – «Изучение кинетики гетерогенно-каталитического разложения пероксида водорода в жидкой фазе».	7	3	5
Проведение лабораторных работ не предусмотрено			6
Всего	34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час	Семестр 5, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		22	58
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		20	20
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		15	15
Всего:	150	57	93

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/500873">https://e.lanbook.com/book/500873</a>	Онищук, А. А. Физическая химия : учебник / А. А. Онищук, С. В. Валиулин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 372 с. — ISBN 978-5-9729-2540-7. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL:	Истомина, Е. Е. Физическая химия : учебник / Е. Е. Истомина. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 172 с. — ISBN 978-5-9729-1861-4. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/428645">https://e.lanbook.com/book/428645</a>	Макаров, Н. А. Физическая химия спекания : учебное пособие / Н. А. Макаров, Д. В. Харитонов, Д. О. Лемешев. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 184 с. — ISBN 978-5-9729-1732-7. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/122598">https://e.lanbook.com/book/122598</a>	Физическая химия : учебное пособие / В. И. Грызунов, И. Р. Кузеев, Е. В. Пояркова [и др.]. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2019. — 251 с. — ISBN 978-5-9765-1963-3. — Текст : электронный //	
Лань : электронно-библиотечная система. — URL:	Буш, А. А. Физическая химия: Лабораторный практикум : учебное пособие / А. А. Буш. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 191 с. — ISBN 978-5-7339-2057-3. — Текст : электронный //	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>	Каталог образовательных интернет-ресурсов
<a href="https://minobrnauki.gov.ru">https://minobrnauki.gov.ru</a>	Министерство науки и высшего образования РФ
<a href="http://www.ximicat.com">http://www.ximicat.com</a>	Портал фундаментального химического образования России
<a href="http://e.lanbook.com/books">http://e.lanbook.com/books</a>	ЭБС «Лань»
<a href="http://webelements.narod.ru">http://webelements.narod.ru</a>	WebElements: онлайн-справочник химических элементов

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Gnu/Linux (Ubuntu)
2	OpenOffice
3	LibreOffice
4	Firefox
5	Acrobat Reader DC
6	Консультант Плюс
7	7-Zip

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 204  Основное оборудование: стол преподавателя – 1 шт. столы ученические – 18 шт. стулья – 36 шт. проектор – 1 шт. доска меловая – 1 шт.	204

	<p>Проектор BENQ MW529 1 шт.  Экран для проектора настенный – 1 шт.; Конвертер HDMI;  Кронштейн потолочный Nexport;  Ноутбук Acer Aspire E1-570G-53334G50Mnii.NX.MJ4ER.001 – 1 шт.</p>	
2	<p>Лаборатория аналитической химии.  Шкаф вытяжной химической 1610x930x2350мм, с подведением вентиляционной системой  Тумба вентилируемая встраиваемая в вытяжной шкаф 1500x565x690, с подведением вентиляционной системой  Тумба вентилируемая встраиваемая в вытяжной шкаф 1400x570x600 трехдверная для хранения ЛВЖ  Стол островной-химический 6-местный по 3 рабочих зоны с каждой стороны. СОХ-К-К3, габариты 3600x1500x900/2135 - для 6 рабочих мест с подведением вентиляционной системы на 6 рабочих точек  Стол титровальный Каркас сталь порошковое покрытие, размеры: 1200x650x900/1850  Шкаф вытяжной для термокамер 950x730x900/2130, сталь порошковое покрытие  Тумба подкатная, три ящика, сталь Сталь порошковое покрытие, три ящика. Размеры: 500x450x710 – 24 шт.  Стол весовой, весовая плита 450x500 на независимой опоре  Сталь порошковое покрытие, 900x610x800  Табурет лабораторный -24 шт.  Стул лабораторный - 24 шт.  Стол лабораторный Каркас сталь порошковое покрытие, полки МДФ. Размеры: 900x600x900 – 24 шт.  Стол преподавателя письменный – 1 шт.  Шкаф навесной  Каркас сталь порошковое покрытие, полки МДФ. размеры 1200x330x450  Шкаф для посуды, приборов и документов 900x550x1850  Стол пристенный химический 1200x650x900/2135  Мойка Сталь порошковое покрытие, 1200x650x900/1850  Шкаф для химреактивов Покрытие МДФ, каркас сталь, 600x550x1850  Шкаф для хранения ЛВЖ. Сталь, порошковое покрытие, 600x610x1955  Интерактивный комплекс многофункциональный дисплей со встроенным ПК  Напольная стойка для интерактивного комплекса 42"-90" на колесах  ПК преподавателя процессор 4x3.6 ГГц, 8 ГБ DDR4, SSD 512 ГБ, HDD-2Тб, монитор 21,5" full HD 1980*1024, манипулятор мышь+клавиатура тип USB  Металлографический микроскоп исследовательского класса  Диапазон увеличения микроскопа 50, 100, 200, 500, 1000.  Оптический микроскоп. Диапазон увеличения, от 40 до 400. Угол наклона тубусов, 30° регулировка межзрачкового расстояния 55-75 мм.</p>	

	<p>Сканирующий зондовый микроскоп</p> <p>Аналитические весы</p> <p>Наибольший предел взвешивания 210 г. Дискретность 0,0001. Нелинейность 0,0003.</p> <p>Технохимические весы Предел взвешивания, 1-1000 г.</p> <p>Прецизионные весы</p> <p>Максимальный вес взвешивания 420 г. Дискретность 0.01</p> <p>Спектрофотометр + набор кювет</p> <p>Спектральный диапазон, Нм. от 190 до 1100. Диапазон измерений спектральных коэффициентов направленного пропускания 1-99%</p> <p>Диспергатор универсальный</p> <p>Дистиллятор лабораторный, производительность, 4 литр/ч</p> <p>Ультразвуковая мойка</p> <p>Лабораторная Центрифуга Вращающий момент, 6000 об/мин. 6000.</p> <p>Многоместная магнитная мешалка с подогревом Диапазон нагревания температур, 50-500°C</p> <p>Нагревательная плитка. мощность нагрева 1000 Вт 1000.</p> <p>Сушильный шкаф лабораторный. Максимальная температура, 350 °C , Объем рабочей камеры, 80 м<sup>3</sup></p> <p>Рефрактометр Рабочая длина волны, 584 Нм</p> <p>Сосуд Дьюара. Вместимость, 16 л.</p> <p>Муфельная печь Максимальная температура нагрева, 1100°C.</p> <p>Электронный термометр Диапазон измерения температуры -50-+150°C</p> <p>Кондуктометр лабораторный</p> <p>Погрешность, 0,5%, термокомпенсация, 50°C 50.</p> <p>Кондуктометр-солемер Погрешность 2%</p> <p>Термокомпенсация, 50 °C 50.</p> <p>Автоматические микропипетки переменного объёма тип 1</p> <p>Автоматические микропипетки переменного объёма, тип 2</p> <p>Автоматические микропипетки переменного объёма, тип 3</p> <p>Автоматические микропипетки постоянного объёма, Тип 1</p> <p>Автоматические микропипетки постоянного объёма, Тип 2</p> <p>Автоматические микропипетки постоянного объёма, Тип 3</p> <p>Автоматические микропипетки постоянного объёма, Тип 4</p> <p>Вискозиметр, тип 1</p> <p>Вискозиметр, тип 2</p> <p>Набор ареометров</p> <p>Термометр спиртовой</p> <p>Барометр</p> <p>Психрометр гигрометр тип 1</p> <p>Психрометр гигрометр тип 2</p> <p>Термогигрометр электронный</p> <p>Измеритель давления и расхода (трубка ПИТО)</p> <p>Манометр</p> <p>Штангенциркуль</p> <p>Мультиметр</p>	
3	Помещения для организации самостоятельной работы № 111	111

Библиотека, читальный зал: Мебель; WiFi с выходом в вычислительную сеть ИФ ГУАП и Интернет, обеспечивающий доступ в электронную информационно-образовательную среду организации и к подписным ресурсам: Электронно-библиотечные системы «ZNANIUM», «Юрайт», «Лань»; Оборудованные места для самостоятельной работы, зонированные офисными перегородками – 6шт. Системный блок UNIVERSAL i3 D2 -8 шт Монитор ACER V173Dob - 8 шт Клавиатура 8 - шт Мышь Genius PS/2 - 8 шт МФУ Kyocera m2035dn - 2 шт Коммутатор 8 port -2 шт	
---	--

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Параметры кинетических уравнений	УК-2.3.1
2.	Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Реакции переменного порядка (привести примеры)	УК-2.У.1
3.	Уравнение Аррениуса. Способы определения опытной энергии активации, и ее связь с энергиями активации элементарных процессов	УК-2.В.2
4.	Кинетическое описание необратимых реакций первого порядка в закрытых системах. Время полупревращения и среднее время жизни исходных молекул.	ОПК-4.У.1
5.	Обратимая реакция первого порядка и определение ее кинетических параметров. Скорость реакции и химическое сродство.	УК-2.У.1
6.	Необратимые последовательные реакции первого порядка (точное и приближенное решения кинетической задачи). Метод квазистационарных концентраций и область его применения.	ОПК-4.У.1
7.	Необратимые параллельные и последовательные реакции первого порядка.	УК-2.3.1
8.	Лимитирующая стадия сложной реакции.	УК-2.3.1
9.	Методы квазистационарных и квазиравновесных концентраций в химической кинетике	УК-2.У.1
10.	Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение его кинетических параметров из опытных	УК-2.В.2
11.	данных. Сопоставление со схемой Лэнгмюра-	УК-2.3.1

	Хиншельвуда в гетерогенном катализе.	
12.	Кинетика ферментативных реакций с конкурентным ингибированием.	УК-2.У.1
13.	Неразветвленные цепные реакции. Скорость темновой и фотохимической реакции	УК-2.В.2
14.	Положение второго предела воспламенения для реакции $H_2 + O_2$ .	УК-2.3.1
15.	Необратимая реакция первого порядка в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения. Стационарные концентрации внутри реакторов, определение константы скорости, сравнение степеней превращения.	УК-2.У.1
16.	Использование адиабатического приближения для описания химической реакции частиц: поверхность потенциальной энергии, путь реакции, энергия активации.	УК-2.В.2
17.	Теория активированного комплекса и статистический вывод основного уравнения.	УК-2.3.1
18.	Взаимосвязь опытной и истинной энергий активации.	УК-2.У.1
19.	Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Реакции в растворах.	УК-2.В.2
20.	Уравнение Бренстеда-Бьеррума.	УК-2.3.1
21.	Теория активных соударений. Уравнение Траутца—Льюиса.	УК-2.У.1
22.	Применение теории активных соударений к бимолекулярным реакциям.	УК-2.В.2
23.	Использование теории активированного комплекса для оценки стерического множителя теории активных соударений.	ОПК-4.У.1
24.	Интерпретация предэкспоненциального множителя в статистическом и термодинамическом аспектах теории активированного комплекса. Энтропия активации.	УК-2.У.1
25.	Мономолекулярные реакции и их описание в теории активированного комплекса (в статистическом и термодинамическом аспектах).	ОПК-4.У.1
26.	Кинетические особенности мономолекулярных реакций. Применение теории соударений. Схема Линдемана. Поправка Хиншельвуда	УК-2.3.1
27.	Реакции в растворах. Уравнение Смолуховского и его применение в кинетике	УК-2.В.2

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения
-------	--

	курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	<p><b>Какое утверждение не отвечает модели идеального газа?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Частицы не имеют собственного объема</li> <li>2. Между частицами действуют межмолекулярные силы взаимодействия</li> <li>3. Все столкновения частиц упруги и не ведут к потере кинетической энергии</li> <li>4. Температура газа зависит от кинетической энергии поступательного движения его частиц</li> </ol>	УК-2.В.2
2.	<p><b>Какое свойство не присуще газам?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сжимаемость</li> <li>2. Текучесть</li> <li>3. Броуновское движение</li> <li>4. Поверхностное натяжение</li> </ol>	ОПК-4.У.1
3.	<p><b>• Какие условия для газов считаются «нормальными»?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P=101,325 атм</li> <li>• T=298 К</li> <li>• P=760 мм рт. ст.</li> <li>• T=100оС</li> <li>• P=101,325 кПа</li> <li>• T=273,15 К</li> <li>• P=1,013 Па</li> <li>• T=0оС</li> </ul>	УК-2.У.1
4.	<p><b>Что подразумевается под приведением газа к нормальным условиям?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычисление объема, занимаемого 1 моль газа</li> <li>2. Вычисление объема, который бы занимал газ при температуре 0оС и давлении 1 атм.</li> <li>3. Вычисление объема, который занял бы данный газ при температуре 298 К и 1 атм</li> </ol>	ОПК-4.У.1
5.	<p><b>Универсальная газовая постоянная равна <math>R = \frac{P_0 V_0}{T_0}</math>. Для каких условий она рассчитана?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. P=101,325 кПа</li> <li>2. T=298 К</li> </ol>	УК-2.3.1

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. <math>P=101,325</math> кПа</li> <li>4. <math>T=273,15</math> К</li> <li>5. <math>P=100</math> кПа</li> <li>6. <math>T=273,15</math> К</li> <li>7. <math>P=1</math> кПа</li> <li>8. <math>T=298</math> К</li> </ol>	
6.	<p><b>Что такое парциальное давление газа?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Давление 1 моль газа</li> <li>2. Часть общего давления газовой смеси, которая приходится на долю данного газа</li> <li>3. Давление газа при нормальных условиях</li> <li>4. Давление, которым обладал бы газ, если бы при той же температуре занимал молярный объем</li> </ol>	УК-2.В.2
7.	<p><b>Даны газообразные вещества <math>N_2</math>, <math>CO</math>, <math>C_2H_4</math>. Как соотносятся между собой плотности этих веществ по воздуху?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Она больше у азота</li> <li>2. Она больше у угарного газа</li> <li>3. Она больше у этилена</li> <li>4. Они равны</li> </ol>	ОПК-4.У.1
8.	<p><b>В каком из перечисленных газов содержится больше всего атомов? (Объемы измерены при одинаковом давлении)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В 7 л водорода <math>H_2</math></li> <li>2. В 15 л <math>He</math></li> <li>3. В 6 л озона <math>O_3</math></li> <li>4. В 4 л метана <math>CH_4</math></li> </ol>	УК-2.У.1
9.	<p><b>Газовая смесь состоит 40 л азота и 10 л аммиака. Сколько атомов азота приходится на 1 атом водорода в этой смеси?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4</li> <li>2. 3</li> <li>3. <math>1/3</math></li> <li>4. 6,021023</li> </ol>	ОПК-4.У.1
10.	<p><b>Массовая и молярная доли кислорода в его смеси с неизвестным газом равны. Какое это вещество?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Озон <math>O_3</math></li> <li>2. Пары воды</li> <li>3. Воздух</li> <li>4. Эквимольная смесь <math>H_2S</math> и <math>C_2H_6</math></li> </ol>	УК-2.В.2
11.	<p><b>Чему равно общее давление паров над системой из двух взаимно несмешивающихся жидкостей?</b></p>	ОПК-4.У.1

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оно меняется в зависимости от состава смеси</li> <li>2. Оно постоянно и равно сумме парциальных давлений газов</li> <li>3. Оно равно сумме давлений насыщенных паров чистых жидкостей и постоянно во всем интервале концентраций</li> </ol>	
12.	<p><b>Какая из указанных смесей всегда легче воздуха?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Этилен и ацетилен</li> <li>2. Этан и водород</li> <li>3. Аммиак и кислород</li> <li>4. Гелий и аргон</li> </ol>	УК-2.У.1
13.	<p><b>В каком из перечисленных газов содержится больше всего атомов? (Объемы измерены при одинаковом давлении)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В 7 л водорода H<sub>2</sub></li> <li>2. В 15 л He</li> <li>3. В 6 л озона O<sub>3</sub></li> <li>4. В 4 л метана CH<sub>4</sub></li> </ol>	ОПК-4.У.1
14.	<p><b>Чему равно общее давление паров над системой из двух взаимно несмешивающихся жидкостей?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оно меняется в зависимости от состава смеси</li> <li>2. Оно постоянно и равно сумме парциальных давлений газов</li> <li>3. Оно равно сумме давлений насыщенных паров чистых жидкостей и постоянно во всем интервале концентраций</li> </ol>	УК-2.3.1
15.	<p>Постулат Клаузиуса.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тепловой эффект химической реакции не зависит от промежуточных стадий, а определяется только начальным и конечным состоянием системы</li> <li>2. Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более горячему.</li> <li>3. Абсолютный нуль недостижим</li> <li>4. Теплота разложения данного химического соединения на простые вещества численно равна теплоте образования этого соединения из соответствующих простых веществ, но имеет обратный знак</li> </ol>	УК-2.В.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в

локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- текст;
- графический материал в виде презентации.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются в лаборатории на лабораторных установках с заполнением протокола измерений.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе включает обязательные пункты, представленные в методических указаниях.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета представлены в методических указаниях.

Методические указания изданы в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП.

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины. Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В течение семестра студенту необходимо сдать не менее 50% лабораторных работ, выполнить тестирования в среде LMS не ниже оценки "удовлетворительно". В случае невыполнении вышеизложенного, студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо". Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования»

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой