

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

\_\_\_\_\_  
ДОЦ., Д.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
Н.А. Жильникова

(инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_  


(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физико-химические основы безопасности»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	20.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техносферная безопасность
Наименование направленности	Инженерная защита окружающей среды
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021г.



## Аннотация

Дисциплина «Физико-химические основы безопасности» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 20.03.01 «Техносферная безопасность» направленности «Инженерная защита окружающей среды». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием знаний физической и коллоидной химии в области защиты окружающей среды от антропогенного воздействия.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов естественно-научного мировоззрения, понимания сути различных физико-химических процессов, протекающих в природной среде и процессах защиты окружающей среды от техногенного влияния.

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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.3.1 знать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности ОПК-1.У.1 уметь решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека ОПК-1.В.1 владеть навыками применения измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области техносферной безопасности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– «Физика»...

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

– «Инженерная экология»,

– «Основы химической безопасности»,

– «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»,

– «Промышленная экология»,

- «Методы и приборы контроля окружающей среды»,
- «Подготовка выпускной квалификационной работы».

### 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
		№2
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	29	29
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, 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)
Семестр 2					
Раздел 1. Введение	1				2
Раздел 2. Химическая термодинамика	1				2
Раздел 3. Химическое равновесие	1				2
Раздел 4. Фазовое равновесие и растворы	1				2
Раздел 5. Химическая кинетика и катализ	1				3
Раздел 6. Электрохимия	2				3
Раздел 7. Дисперсные системы. Коллоидное состояние вещества	1		5		3
Раздел 8. Поверхностные явления и адсорбция	2		2		3
Раздел 9. Микрогетерогенные системы. Получение дисперсных систем и их очистка	2		2		2

Раздел 10. Электрические свойства высокодисперсных систем	2				2
Раздел 11. Стабилизация и коагуляция коллоидных систем	2		8		3
Раздел 12. Коллоидные поверхностно-активные вещества	1				2
Итого в семестре:	17		17		29
Итого	17	0	17	0	29

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>Раздел 1</b>	<b>Введение</b> Цель и задачи дисциплины. Возникновение физической и коллоидной химии как самостоятельных дисциплин. М.В. Ломоносов - основоположник физической химии. Предмет физической и коллоидной химии. Значение физической и коллоидной химии в технологиях защиты окружающей сред.
<b>Раздел 2</b>	<b>Химическая термодинамика</b> Предмет и задачи химической термодинамики. Основные понятия: система и ее виды и состояние системы, параметры состояния, функции состояния и процесса. Термодинамическое равновесие. Тепловые эффекты: образования и сгорания веществ, агрегатных превращений, реакции нейтрализации, растворения и гидратации. Стандартные теплоты. Термохимические уравнения. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Энтальпия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнения Кирхгофа. Второй закон термодинамики, его формулировки. Энтропия – функция состояния системы. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Статистический характер второго начала термодинамики. Вычисление энтропии при фазовых переходах. Применение второго начала термодинамики к изобарно- (изохорно-) изотермическим процессам. Термодинамические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Термодинамическая теория химического сродства. Определение направления процесса и условий равновесия. Изменение энтропии в изолированных системах. Вычисления энтропии при изотермических процессах и с изменением температуры. Химический потенциал и общие условия равновесия систем. Второе начало термодинамики в открытых системах. Третье начало термодинамики (постулат Планка). Вычисление абсолютной энтропии.
<b>Раздел 3</b>	<b>Химическое равновесие</b> Химическое равновесие. Динамический характер равновесия. Константа химического равновесия и способы ее выражения: кинетический и

	<p>термодинамический. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое сродство. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Константы равновесия гетерогенных реакций. Равновесия в растворах электролитов.</p>
<b>Раздел 4</b>	<p><b>Фазовые равновесия и растворы</b>          Понятия: фаза, число компонентов, число степеней свободы. Условия термодинамического равновесия между фазами. Правило фаз Гиббса. Равновесия в однокомпонентных системах. Диаграммы состояния воды. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Термодинамические свойства растворов. Равновесия в двухфазных двухкомпонентных системах. Растворы жидкость-жидкость. Взаимная растворимость жидкостей. Общая характеристика растворов, термодинамические свойства. Идеальные растворы. Закон Рауля. Отклонения от закона Рауля. Диаграмма: давление – состав раствора. Фазовая диаграмма кипения. Первый закон Коновалова. Перегонка и ректификация. Азеотропные смеси. Второй закон Коновалова. Осмотическое давление растворов неэлектролитов. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Влияние температуры на растворимость. Критическая температура. Несмешивающиеся жидкости. Перегонка с водяным паром. Распределение растворяемого вещества между двумя жидкими фазами. Закон распределения растворенного вещества между двумя фазами (закон Нернста-Шилова). Экстракция. Процессы экстракции в очистке сточных вод.</p>
<b>Раздел 5</b>	<p><b>Химическая кинетика и катализ</b>          Теории химической кинетики - теория активных столкновений (ТАС) и теория переходного состояния. Скорость химической реакции. Основной закон химической кинетики. Кинетическое уравнение. Порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Экспериментальное определение энергии активации. Кинетика сложных гомогенных реакций: обратимых, параллельных, последовательных. Сопряженные реакции. Гетерогенные реакции. Цепные реакции: неразветвленные и разветвленные. Стадии цепных реакций. Роль радикалов. Катализ. Общие принципы катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Влияние катализатора на энергию активации. Адсорбция и гетерогенный катализ. Отрицательный катализ и автокатализ. Кислотно-основной катализ. Ферментативный катализ. Активность и специфичность биологических катализаторов. Кинетика ферментативного катализа в процессах биологической очистки сточных вод.</p>
<b>Раздел 6</b>	<p><b>Электрохимия</b>          Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Слабые и сильные электролиты. Основные положения теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Активность, коэффициент активности. Зависимость коэффициента активности от ионной силы. Движение ионов в электрическом поле. Подвижность ионов <math>H^+</math> и <math>OH^-</math>. Числа переноса. Абсолютная скорость ионов. Числа переноса. Электропроводимость растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводности, зависимость их от концентрации для слабых и сильных электролитов. Предельная молярная электропроводность. Связь между подвижностью и электропроводностью. Закон независимого движения ионов. Практическое применение электропроводности. Определение степени и константы диссоциации слабых электролитов. Электродные процессы. Общие представления о механизме</p>

	<p>возникновения двойного электрического слоя. Строение двойного электрического слоя. Электродный потенциал. Электроды 1-го и 2-го рода, редокс-электроды. Электрохимический потенциал. Уравнение Нернста. Классификация электродов и их характеристика. Водородный электрод. Потенциалы в водородной шкале для водных растворов. Хлорид-серебряный электрод сравнения. Индикаторные электроды: хингидронный, стеклянный. Окислительно-восстановительный потенциал; его измерение. Гальванические элементы. Типы гальванических элементов: химические и концентрационные. Электродвижущие силы гальванических элементов. Элемент Даниэля-Якоби. Потенциометрический метод определения pH. Мембранный потенциал. Практическое использование метода потенциометрии. pH-метры в технологии и контроле производства пищевой продукции.</p>
<b>Раздел 7</b>	<p><b>Дисперсные системы. Коллоидное состояние вещества</b>  Основные понятия коллоидной химии. Понятие о дисперсных системах. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Отличительные признаки дисперсных систем: гетерогенность и дисперсность. Дисперсность и термодинамические свойства тел. Коллоидное состояние вещества. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности, агрегатному состоянию и взаимодействию между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Природные дисперсные системы.</p>
<b>Раздел 8</b>	<p><b>Поверхностные явления и адсорбция</b>  Поверхность раздела фаз. Нескомпенсированность сил межмолекулярного взаимодействия на границе раздела фаз. Поверхностное натяжение как мера свободной поверхностной энергии. Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Понятия об адсорбции, абсорбции, хемосорбции. Тепловые эффекты при адсорбции. Десорбция. Адсорбция на границе твердое тело - газ. Изотермы адсорбции. Уравнения мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и его анализ. Эмпирическое уравнение Фрейндлиха. Полимолекулярная адсорбция и капиллярная конденсация. Влияние температуры на состояние адсорбционного равновесия. Десорбция. Адсорбция на границе жидкость - газ. Фундаментальное уравнение Гиббса. Поверхностная активность. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Уравнение Шишковского. Правило Траубе. Адсорбция на границе твердое тело - жидкость. Молекулярная адсорбция (адсорбция неэлектролитов) из растворов, влияние природы адсорбента, растворителя и растворенного вещества. Влияние природы адсорбента, растворителя и растворенного вещества. Правило уравнивания полярностей П.А. Ребиндера. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Адсорбция на гладких поверхностях и пористых адсорбентах. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Работа адгезии и когезии. Капиллярные явления. Адсорбция электролитов. Правило Фаянса-Пескова. Ионный обмен. Роль адсорбции в процессах обмена. Природные и искусственные иониты. Использование ионного обмена в водоподготовке, в технологии обработки водного сырья и очистке сточных вод.</p>
<b>Раздел 9</b>	<p><b>Микрогетерогенные системы. Получение дисперсных систем и их очистка</b>  Суспензии, их стабилизация. Агрегативная устойчивость паст и Концентрированных суспензий. Эмульсии и их классификации, методы их получения. Стабилизация эмульсий. Методы разрушения эмульсий.</p>



	<p>Влияние природы эмульгатора на устойчивость и тип эмульсии. Обращение фаз в эмульсиях. Коалесценция. Процессы разрушения эмульсий при очистке сточных вод. Пены. Факторы, влияющие на устойчивость пен. Способы стабилизации, разрушения и предупреждения образования пен. Практическое применение явлений флотации и электрофлотации. Пены в очистке газовых выбросов и сточных вод. Аэрозоли. Получение, свойства и способы разрушения. Дымы, туманы, аэрозоли. Электрические свойства, поведение в электрическом поле. Очистка газов в электрофильтрах. Аэрозоли и проблема охраны окружающей среды. Порошки. Способность к течению и распылению. Взрывы пыли. Методы получения высокодисперсных систем, роль стабилизатора. Методы диспергирования: механическое и ультразвуковое дробление, электрическое распыление. Коллоидные мельницы в пищевой технологии. Методы химической и физической конденсации. Мицеллярная теория строения частиц лиофобных зольей, избирательная адсорбция ионов, правило Пескова-Фаянса. Схема строения и форма мицеллы. Заряд коллоидной частицы, изоэлектрическое состояние. Пептизация как метод получения зольей. Очистка коллоидных растворов методами диализа, электродиализа, ультрафильтрации и электроультрафильтрации. Практическое значение методов очистки для технологии продуктов питания.</p>
<p><b>Раздел 10</b></p>	<p><b>Электрические свойства высокодисперсных систем</b>  Механизмы образования и строение двойного электрического слоя на межфазных поверхностях: путем адсорбции и поверхностной диссоциации. Строение двойного электрического слоя. Полное падение потенциала в нем. Электрокинетический /дзета/ потенциал как часть термодинамического потенциала. Влияние концентрации электролита, зарядности и радиуса иона на величину и знак дзета-потенциала. Перезарядка поверхности многозарядными ионами. Электрокинетические явления. Электроосмос и электрофорез. Потенциалы течения и оседания. Методы определения электрокинетического потенциала. Практическое применение электрокинетических явлений. Электроосмотическое осушение и фильтрация. Электрофоретическое фракционирование и очистка белков.</p>
<p><b>Раздел 11</b></p>	<p><b>Стабилизация и коагуляция коллоидных систем.</b>  Агрегативная и седиментационная (кинетическая) устойчивость коллоидных систем. Факторы устойчивости коллоидных систем. Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости лиофильных зольей, факторы стабилизации лиофобных зольей. Явление коагуляции. Коагуляция электролитами. Теория коагуляции; основные положения теории устойчивости гидрофобных зольей Дерягина-Ландау. Расклинивающее давление. Концентрационная и нейтрализационная коагуляция. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди, обоснование В.В. Дерягиным правила электролитной коагуляции. Коагуляция смесью электролитов: активность, синергизм и антагонизм. Гетерокоагуляция, ее применение в практике водоподготовки и очистки сточных вод. Коагуляция под действием физических факторов. Электрокоагуляция. Кинетические закономерности коагуляции; теория М. Смолуховского. Явление флокуляции. Старение дисперсных систем. Процессы коагуляции в природе и технике. Коагуляция и стабилизация дисперсных систем в пищевой технологии. Альгинат натрия как загуститель, эмульгатор и стабилизатор консистентных продуктов.</p>
<p><b>Раздел 12</b></p>	<p><b>Коллоидные поверхностно-активные вещества</b>  Образование и свойства растворов коллоидных ПАВ. Гидрофильно-</p>

	липофильный баланс как критерий практического применения ПАВ. Анионные, катионные и неионогенные ПАВ. Строение мицелл коллоидных ПАВ. Явление солубилизации. Основные факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования /ККМ/. Методы определения ККМ. Моющее действие мыл и синтетических моющих средств. Экологические проблемы применения ПАВ.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 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 2				
1	Получение дисперсных систем	2		9
2	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	4		11
3	Определение порога коагуляции	4		11
4	Адсорбция уксусной кислоты из раствора на активированном угле	2		8
5	Получение и обращение эмульсий	2		7
6	Определение поверхностного натяжения методом счета капель	3		7
Всего		17		

#### 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 2, час
1	2	3

Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	9	9
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	29	29

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)
<a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970427668.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970427668.html</a>	Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] / "А. П. Беляев, В.И. Кучук; под ред. А. П. Беляева" - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014	
<a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970428443.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970428443.html</a>	Физическая и коллоидная химия. Задачник [Электронный ресурс] / "А. П.Беляев, А. С. Чухно, Л. А. Бахолдина, В. В. Гришин; под ред. А. П.Беляева"-М.:ГЭОТАР-Медиа,2014	
<a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970422076.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970422076.html</a>	Физическая и коллоидная химия. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Под ред. А.П. Беляева - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012	
<a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414415.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414415.html</a>	Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] / Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И. и др. / Под ред. А.П. Беляева - М. : ГЭОТАР-Медиа,2010	

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
<b>Периодические издания</b>	
<a href="http://www.kalvis.ru/">http://www.kalvis.ru/</a>	Журнал «Экология и промышленность России»
<a href="http://vodoochistka.ru/">http://vodoochistka.ru/</a>	Журнал «Водоочистка»
<a href="http://ecovestnik.ru/">http://ecovestnik.ru/</a>	Журнал «Экология урбанизированных территорий»
<a href="http://www.ecoindustry.ru/">http://www.ecoindustry.ru/</a>	Журнал «Экология производства»
<a href="https://vk.com/club43432547">https://vk.com/club43432547</a>	Журнал «Справочник эколога»
<b>Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ</b>	
<a href="http://www.wri.org">http://www.wri.org</a>	сайт Института мировых природных ресурсов
<a href="http://www.unep.org">http://www.unep.org</a>	сайт Программы ООН по окружающей среде

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
	Не предусмотрено

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	Лекционная аудитория	14-03
5	Специализированная лаборатория мониторинга и контроля природно-технических систем	51-07

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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>
«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	Термодинамика. Термодинамические системы. Классификация систем. Параметры термодинамической системы. Термодинамические процессы	ОПК-1.3.1
2	Понятие о внутренней энергии, теплоте и работе. Математическое выражение первого закона термодинамики	ОПК-1.У.1
3	Первый закон термодинамики для изохорного и изобарного процесса. Понятие об энтальпии. Тепловой эффект химической реакции, теплота образования химического вещества. Теплота сгорания химического вещества	ОПК-1.В.1
4	Термохимия. Закон Гесса и следствия из него	ОПК-1.3.1
5	Энтропия. Направление химических реакций. Второе начало термодинамики	ОПК-1.У.1
6	Термодинамические потенциалы, определяющие самопроизвольное протекание реакций. Энергия Гесса	ОПК-1.В.1
7	Компонент, фаза, число термодинамических степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса	ОПК-1.3.1
8	Однокомпонентные системы. Системы гомогенные и гетерогенные. Диаграмма состояния воды	ОПК-1.У.1
9	Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Факторы, определяющие растворимость газов в жидкостях	ОПК-1.В.1
10	Растворимость жидкостей в жидкостях. Закон распределения. Экстракция	ОПК-1.3.1
11	Коллигативные свойства растворов. Диффузия. Осмос. Осмотическое давление растворов	ОПК-1.У.1
12	Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля. Идеальные растворы. Отклонения от закона Рауля	ОПК-1.В.1
13	Законы Коновалова. Азеотропные смеси. Перегонка. Фракционная перегонка. Ректификация	ОПК-1.3.1
14	Повышение температуры кипения растворов. Эбулиоскопическая константа. Эбулиоскопия	ОПК-1.У.1
15	Растворы электролитов. Изотонический коэффициент	ОПК-1.В.1
16	Основные понятия химической кинетики. Кинетические уравнения. Кинетические кривые	ОПК-1.3.1
17	Влияние концентрации на скорость химической реакции. Закон действующих масс. Физический смысл константы. Скорость реакции	ОПК-1.У.1
18	Порядок и молекулярность реакции. Реакции I, II порядков. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа	ОПК-1.В.1
19	Уравнение Аррениуса. Физический смысл энергии активации. Энергетическая диаграмма химической реакции	ОПК-1.3.1
20	Катализаторы. Катализ. Виды катализа. Энергетическая диаграмма химической реакции. Механизм гомогенного катализа. Влияние катализатора на энергию активации $E_a$ реакции	ОПК-1.У.1
21	Гетерогенный катализ, его стадии. Применение катализа, его стадии. Применение катализа. Ингибиторы. Антиоксиданты	ОПК-1.В.1
22	Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Смещение равновесия. Принцип Ле-Шателье	ОПК-1.3.1

23	Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по разным признакам. Поверхностная энергия. Явление сорбции. Адсорбция и абсорбция. Адсорбтив. Адсорбент	ОПК-1.У.1
24	Адсорбция газов твердыми адсорбентами. Зависимость адсорбции газов от разных факторов. Изотермы адсорбции Гиббса	ОПК-1.В.1
25	Принципиальное отличие химической адсорбции от физической	ОПК-1.3.1
26	Основные положения мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Изотерма адсорбции. Определение константы уравнения Ленгмюра	ОПК-1.У.1
27	Поверхностная активность молекул ПАВ. Механизм действия ПАВ. Правило Дюкло-Траубе	ОПК-1.В.1
28	Молекулярная адсорбция из растворов. Уравнение Френдлиха. Определение констант уравнения Френдлиха	ОПК-1.3.1
29	Влияние размеров пор адсорбента на его адсорбционную способность. Обращение правила Дюкло-Траубе при адсорбции на неполярных адсорбентах органических веществ из водных растворов.	ОПК-1.У.1
30	Адсорбция ионов на поверхности кристаллических веществ. Правило Фаянса	ОПК-1.В.1
31	Смачивание. Угол смачивания. Флотация. Эффект Рибиндера	ОПК-1.3.1
32	Методы получения коллоидных систем: диспергирование, конденсация	ОПК-1.У.1
33	Очистка коллоидных систем. Диализ. Ультрафильтрация. Применение этих процессов в очистке сточных вод и газовых выбросов	ОПК-1.В.1
34	Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Диффузия и осмос в золях. Седиментация	ОПК-1.3.1
35	Строение мицеллы золя на примере. Адсорбционный и диффузионный слои ионов. Потенциалоопределяющие ионы и противоионы. Падение потенциала в ДЭС. мицеллы	ОПК-1.У.1
36	Строение двойного электрического слоя. Причины возникновения ДЭС. Поверхностный и электрокинетический потенциалы; изменение потенциала с изменением расстояния от поверхности	ОПК-1.В.1
37	Что называют электрокинетическим потенциалом? Как определить дзетапотенциал частиц золя экспериментально? Факторы, влияющие на электрокинетический потенциал	ОПК-1.3.1
38	Электрокинетические явления. Электрофорез. Электроосмос. Причины электрокинетических явлений; их применение в процессах очистки сточных вод	ОПК-1.У.1
39	Виды устойчивости коллоидных систем: агрегативная, седиментационная (кинетическая). Факторы, обеспечивающие кинетическую устойчивость золь. Лиотропные ряды	ОПК-1.В.1
40	Коагуляция золь. Факторы, вызывающие коагуляцию. Порог коагуляции. Коагулирующая способность ионов	ОПК-1.3.1
41	Концентрационная нейтрализованная коагуляция; изменение поверхностного и электрокинетического потенциала. Изоэлектрическое состояние золя	ОПК-1.У.1
42	Свободно- и связнодисперсные системы. Механизм процесса гелеобразования. Тиксотропия и синерезис в пищевых продуктах. Пептизация	ОПК-1.В.1
43	Коллоидные ПАВ. Строение мицелл коллоидных ПАВ в водных растворах	ОПК-1.3.1

44	Моющее действие коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Солюбилизация	ОПК-1.У.1
45	Общая характеристика микрогетерогенных систем. Суспензии. Агрегативная устойчивость суспензий. Стабилизатор суспензий. Пасты.	ОПК-1.В.1
46	Эмульсии. Классификация эмульсий: а) по концентрации частиц дисперсионной фазы; б) по полярности дисперсионной фазы и дисперсионной среды. Эмульгаторы.	ОПК-1.У.1
47	Пены. Пищевые продукты, имеющие структуру пены. Стабилизаторы пен. Пеногасители	ОПК-1.В.1
48	Аэрозоли. Классификация аэрозолей по разным признакам. Взрывоопасность. Методы разрушения аэрозолей. Применение аэрозолей	ОПК-1.3.1
49	Теории коагуляции Фрейндлиха, Мюллера и ДЛФО	ОПК-1.У.1
50	Виды устойчивости дисперсных систем. Факторы устойчивости дисперсных систем. Коагуляция. Правило Шульце-Гарди.	ОПК-1.В.1

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	К химическим реакциям не относится: а) растворение оксида кальция в воде; б) ржавление железа; г) превращение воды в пар при нагревании; д) потемнение серебряной ложечки	ОПК-1.3.1
2	Установите соответствие: Физическая величина: Единицы измерения: 1) V (объем); а) кг/м <sup>3</sup> ; 2) m (масса); б) м <sup>3</sup> ; 3) ρ (плотность); в) кг; 4) P (давление). г) Па.	ОПК-1.У.1
3	Энергия хаотического (теплового) движения частиц тела (молекул, атомов, электронов и т.д.) и энергия взаимодействия этих частиц называется: а) внутренней энергией;	ОПК-1.В.1



	б) кинетической энергией; в) потенциальной энергией; г) работой.	
4	Изотермическим называется процесс, при котором: а) $T = \text{const}$ ; б) $P = \text{const}$ ; в) $V = \text{const}$ ; г) $Q = \text{const}$ .	ОПК-1.3.1
5	Раствор отличается от смеси: а) цветом; б) постоянством состава; в) агрегатным состоянием; г) оптической однородностью.	ОПК-1.У.1
6	Явление, в процессе которого частицы растворенного вещества (молекулы, ионы и т.п.) связываются с молекулами растворителя: а) сольватация; б) гидратация; в) седиментация; г) кристаллизация.	ОПК-1.В.1
7	Растворимость газов с повышением температуры: а) не изменяется; б) увеличивается; в) уменьшается; г) сначала увеличивается, затем уменьшается.	ОПК-1.3.1
8	Скорость гетерогенной химической реакции зависит от: а) природы реагирующих веществ; б) температуры; в) площади соприкосновения реагирующих веществ; г) все приведенные выше ответы верны.	ОПК-1.У.1
9	Гидратация ионов представляет собой: а) отщепление кристаллизационной воды; б) взаимодействие с водой; в) растворение в воде; г) ориентация молекул воды.	ОПК-1.В.1
10	Как влияет катализатор на смещение химического равновесия: а) изменяет скорость прямой реакции; б) изменяет скорость обратной реакции; в) не изменяет скорость ни той, ни другой реакции; г) не смещает химического равновесия.	ОПК-1.3.1

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:

- Формулирование темы, целей и задач
- Изложение материала
- Выводы и заключение.

### 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

- изучить теоретический материал по теме лабораторной работы;
- выполнить лабораторную работу в соответствии с полученным заданием;
- оформить отчет о лабораторной работе;
- ответить на контрольные вопросы.

### Структура и форма отчета о лабораторной работе

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- титульный лист;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание экспериментальной установки и методики эксперимента;
- экспериментальные результаты;
- анализ результатов работы;
- выводы.

### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Титульный лист* является первой страницей любой научной работы и для конкретного вида работы заполняется по определенным правилам. Для лабораторной работы титульный лист оформляется следующим образом.

В верхнем поле листа указывают полное наименование учебного заведения и кафедры, на которой выполнялась данная работа.

В среднем поле указывается вид работы, в данном случае лабораторная работа с указанием дисциплины, по которой она выполнена, и ниже ее название. Название лабораторной работы приводится без слова *тема* и в кавычки не заключается.

Далее ближе к правому краю титульного листа указывают фамилию, инициалы, курс и группу учащегося, выполнившего работу, а также фамилию, инициалы, ученую степень и должность преподавателя, принявшего работу.

В нижнем поле листа указывается место выполнения работы и год ее написания (без слова *год*).

*Цель работы* должна отражать тему лабораторной работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы. По объему цель работы в зависимости от сложности и многозадачности работы составляет от нескольких строк до 0,5 страницы.

*Краткие теоретические сведения.* В этом разделе излагается краткое теоретическое описание изучаемого в работе явления или процесса, приводятся также необходимые расчетные формулы. Материал раздела не должен копировать содержание методического пособия или учебника по данной теме, а ограничивается изложением основных понятий и законов, расчетных формул, таблиц, требующихся для дальнейшей обработки полученных экспериментальных результатов. Объем литературного обзора не должен превышать 1/3 части всего отчета.

*Описание экспериментальной установки и методики эксперимента.* В данном разделе приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается методика проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки. Если используются стандартные пакеты компьютерных программ для обработки экспериментальных результатов, то необходимо обосновать возможность и целесообразность их применения, а также подробности обработки данных с их помощью. Для лабораторных работ, связанных с компьютерным моделированием физических

явлений и процессов, необходимо в этом разделе описать математическую модель и компьютерные программы, моделирующие данные явления.

*Экспериментальные результаты.* В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ: экспериментально или в результате компьютерного моделирования определенные значения величин, графики, таблицы, диаграммы. Обязательно необходимо оценить погрешности измерений.

*Анализ результатов работы.* Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

*Выводы.* В выводах кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

Отчет по лабораторной работе оформляется на бумаге стандартного формата А4 на одной стороне листа, которые сшиваются в скоросшивателе или переплетаются. Допускается оформление отчета по лабораторной работе только в электронном виде средствами Microsoft Office.

Возможно оформлять в конце семестра общий отчет по всему циклу лабораторных работ, посвященных исследованию одного и того процесса разными методами, оформляются также и отдельные отчеты по каждой работе цикла по мере их выполнения. На основе отчетов по каждой работе в конце семестра оформляется итоговый отчет, в котором основное внимание должно быть уделено анализу результатов, полученных в разных лабораторных работах.

### 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.

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 студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» [https://docs.guap.ru/guap/2020/sto\\_smk-3-76.pdf](https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf).

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».

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 студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» [https://docs.guap.ru/guap/2020/sto\\_smk-3-76.pdf](https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf).

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