

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

«Теоретические основы защиты окружающей среды»  
(Наименование дисциплины)

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 20.03.01                           |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Техносферная безопасность          |
| Наименование<br>направленности                        | Инженерная защита окружающей среды |
| Форма обучения  | очная                              |

Санкт-Петербург– 2021г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)



23.06.2021

(подпись, дата)

А.С. Смирнова

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5

«23» июня 2021 г, протокол № 03-06/2021

и.о Заведующий кафедрой № 5

Д.Т.Н., доц.

(уч. степень, звание)



23.06.2021

(подпись, дата)

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 20.03.01(01)

доц., Д.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



23.06.2021

(подпись, дата)

Н.А. Жильникова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института (декана факультета) № ФПТИ по методической работе

доц., К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



23.06.2021

(подпись, дата)

М.С. Смирнова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Теоретические основы защиты окружающей среды» 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:

УК-8 «Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов»

ПК-3 «Способен осуществлять творческую самостоятельную деятельность, направленную на решение исследовательских задач»

ПК-8 «Способен участвовать в подготовке документации, содержащей сведения о состоянии окружающей среды, местах отбора проб, методиках (методах) измерений»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с влиянием производственной деятельности и отходов потребления на природные объекты, аграрные комплексы и на здоровье населения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

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

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 преподавания дисциплины является формирование теоретических представлений о влиянии производственной деятельности и отходов потребления на природные объекты, аграрные комплексы и на здоровье населения. Основа дисциплины – теоретические представления о распределении, превращении и миграции загрязняющих веществ в различных средах и природных объектов и об их влиянии на биологические объекты, природные, антропоэкосистемы и здоровье, а также о физико-химических процессах очистки выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод, утилизации и захоронения твердых отходов, рационального использования почвы.

Дисциплина «Теоретические основы защиты окружающей среды» является комплексной. В ней изучаются основные закономерности физико-химических процессов, таких как адсорбция, экстракция, ионный обмен, перегонка жидкостей, абсорбция, сушка, кристаллизация. Подробно рассматриваются различные механические, механохимические и электрохимические процессы, а также процессы, связанные с границей раздела фаз.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов | УК-8.3.1 знать классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций; принципы организации безопасности труда на предприятии и рационального природопользования<br>УК-8.У.1 уметь поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности техногенного и природного характера и принимать меры по ее предупреждению |
| Профессиональные компетенции   | ПК-3 Способен осуществлять творческую   | ПК-3.3.1 знать методы поиска новых научных и других идей в области профессиональной деятельности  |

|                              |  |   |
|------------------------------|--|---|
|                              | самостоятельную деятельность, направленную на решение исследовательских задач  |   |
| Профессиональные компетенции | ПК-8 Способен участвовать в подготовке документации, содержащей сведения о состоянии окружающей среды, местах отбора проб, методиках (методах) измерений | ПК-8.3.1 знать методы и средства охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Безопасность жизнедеятельности»,
- «Основы химической безопасности»
- «Инженерная экология».

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

- «Методы и приборы контроля окружающей среды»,
- «Современные системы защиты гидросферы»,
- «Современные системы защиты атмосферы».

## 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 |
|---|--------|---------------------------|
|   |        | №5                        |
| 1   | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b> | 3/ 108 | 3/ 108                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>     | 22     | 22                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>           | 51     | 51                        |
| в том числе:                                    |        |                           |
| лекции (Л), (час)                               | 17     | 17                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)    | 34     | 34                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                 |        |                           |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)        |        |                           |
| экзамен, (час)                                  |        |                           |

|   |       |       |
|---|-------|-------|
| <b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)   | 57    | 57    |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет | Зачет |

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<br>(час) | ПЗ (СЗ)<br>(час) | ЛР<br>(час) | КП<br>(час) | СРС<br>(час) |
|---|-----------------|------------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Семестр 5</b>  |                 |                  |             |             |              |
| Раздел 1. Введение<br>Тема 1.1. Физико-химические процессы в атмосфере.<br>Тема 1.2. Основные физико-химические закономерности защиты окружающей среды.<br>Тема 1.3. Агрегатные состояния вещества.<br>Основные понятия и законы термодинамики.                                     | 2               | 4                |             |             | 8            |
| Раздел 2. Характеристики загрязнений окружающей среды и основные методы ее защиты.<br>Тема 2.1. Классификация загрязнений и основных процессов очистки<br>Тема 2.2. Основные понятия и определения.<br>Тема 2.3. Пылеулавливающие аппараты.<br>Тема 2.4. Промышленные сточные воды. | 3               | 4                |             |             | 7            |
| Раздел 3. Процессы седиментации и коагуляции частиц в различных средах.<br>Тема 3.1. Гравитационное и инерционное осаждения.<br>Тема 3.2. Коагуляция в газовой и жидкой средах.<br>Тема 3.3. Термофорез<br>Тема 3.4. Флокуляция.  | 2               | 4                |             |             | 7            |
| Раздел 4. Применение электрических полей для очистки отходящих газов и сточных вод<br>Тема 4.1. Электризация и зарядка аэрозольных частиц<br>Тема 4.2. Электрохимические методы очистки сточных вод.  | 2               | 4                |             |             | 7            |
| Раздел 5. Фильтрация в газовой и водной среде.<br>Тема 5.1. Фильтрация в газовой среде.<br>Тема 5.2. Фильтрация в водной среде.   | 2               | 4                |             |             | 7            |
| Раздел 6. Мокрые методы очистки промышленных газов<br>Тема 6.1. Классификация аппаратов мокрой очистки.<br>Тема 6.2. Осаждение частиц при барботаже.  | 2               | 4                |             |             | 7            |
| Раздел 7. Химические и биохимические процессы очистки сточных вод и газов<br>Тема 7.1. Химические методы очистки сточных вод и газов<br>Тема 7.2. Процесс биохимической очистки.<br>Тема 7.3. Обработка осадков сточных вод   | 2               | 4                |             |             | 7            |

|   |    |    |   |   |    |
|---|----|----|---|---|----|
| Раздел 8. Защита окружающей среды от энергетических воздействий.<br>Тема 8.1. Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий.<br>Тема 8.2. Защита окружающей среды от механических и акустических колебаний.<br>Тема 8.3. Защита от ионизирующих излучений<br>Тема 8.4. Защита от электромагнитных полей и излучений. | 2  | 6  |   |   | 7  |
| Итого в семестре:   | 17 | 34 |   |   | 57 |
| Итого   | 17 | 34 | 0 | 0 | 57 |

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   |
|---------------|---|
| 1             | <p>Введение</p> <p>1.1. Физико-химические процессы в атмосфере, кинетические закономерности. Циркуляция атмосферы и процессы рассеяния.</p> <p>1.2. Основные физико-химические закономерности защиты окружающей среды.</p> <p>1.3. Агрегатные состояния вещества, свойства твердых тел, объединенный газовый закон, основные понятия и законы термодинамики, смачивание и капиллярные явления, коллоидные системы, поверхностные явления, растворенное состояние веществ, кинетика химических процессов.</p>  |
| 2             | <p>Характеристики загрязнений окружающей среды и основные методы ее защиты.</p> <p>2.1. Классификация загрязнений и основных процессов очистки. Природные и антропогенные загрязнения атмосферного воздуха и водной среды.</p> <p>2.2. Пылеулавливающие аппараты. Физическая и химическая абсорбция (хемосорбция). Равновесие при абсорбции. Равновесие между фазами. Закон Генри. Закон Дальтона. Материальный и тепловой балансы процесса. Материальный баланс и расход абсорбента. Скорость физической абсорбции. Скорость абсорбции, сопровождаемой химической реакцией. Понятие об устройстве абсорбционных аппаратов (поверхностные и пленочные абсорберы, насадочные, барботажные, распыливающие). Основы расчета абсорберов. Десорбция, схемы абсорбционных установок.</p> <p>2.3. Промышленные сточные воды. Методы очистки сточных вод.</p> <p>2.4. Основные понятия и определения: загрязнение, примеси (пыли, туманы). Физические свойства аэрозолей аэродисперсная система, суспензия, пена и т.д., эквивалентный диаметр частиц, модальный и медианный размеры. Распределение частиц по размерам и по массе, медиана распределения.</p> |

|   |   |
|---|---|
| 3 | <p>Процессы седиментации и коагуляции частиц в различных средах</p> <p>3.1 Процесс гравитационного осаждения (отстаивания, седиментации): определение, механизм и кинетика процесса, область применения процесса, аппараты гравитационного осаждения.</p> <p>3.2 Инерционное осаждение: определение, механизм и кинетика процесса. Процесс флотации (всплывания): определение, механизм и кинетика процесса. Флотарреагенты. Магнитная сепарация.</p> <p>3.3. Коагуляция в газовой среде. Броуновская свободная коагуляция. Факторы, влияющие на Броуновскую коагуляцию в газовой среде.</p> <p>3.4.Термофорез. Турбулентная и гравитационная коагуляция. Коагуляция в акустическом поле. Факторы, влияющие на константу коагуляции. Коагуляция в электрическом и магнитном поле.</p> <p>3.5. Коагуляция в жидких средах. Двухфазные гетерогенные системы.Гидрозоли. Гетерокоагуляция. Коагулянты. Влияние различных факторов на гетерокоагуляционную очистку воды.</p> <p>3.6 Очистка воды коагуляцией при воздействии физико-химических факторов. Флокуляция.</p> |
| 4 | <p>Применение электрических полей для очистки отходящих газов и сточных вод.</p> <p>4.1. Электризация и зарядка аэрозольных частиц. Способы зарядки частиц. Возникновение двойного электрического слоя. Электрические свойства газов. Коронный разряд в газах. Рассеяние заряженных частиц. Эффективность очистки газов в электрофильтре. Электрохимические методы очистки сточных вод: анодное окисление и катодное восстановление. Электродиализ.</p>   |
| 5 | <p>Фильтрация в газовой и водной среде. Методы регенерации материалов. Центробежное осаждение.</p> <p>5.1. Фильтрация в газовых средах. Регенерация фильтровальных материалов. Режимы обтекания тел-препятствий.</p> <p>5.2. Основные механизмы фильтрации: инерционный, диффузионный, касания, критерии. Критическое число Стокса. Электростатическое осаждение. Гравитационное осаждение. Ситовой эффект. Процессы регенерации волокнистых и зернистых фильтров.</p> <p>5.3.Фильтрация в водной среде. Центробежное осаждение. Механизмы извлечения частиц из воды на фильтрах с зернистой нагрузкой. Характеристики пористой среды, фильтрующие материалы. Регенерация фильтров с зернистой загрузкой. Мембранное фильтрование. Процесс мембранного фильтрования (обратный осмос, ультрафильтрация). Центробежное осаждение примесей из газов и сточных вод. Циклоны, гидроциклоны, центрифуги.</p>  |
| 6 | <p>Мокрые методы очистки промышленных газов.</p>  |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>6.1. Мокрые методы пылеулавливания. Смачиваемость. Осаждение частиц на пленку жидкости. Классификация аппаратов мокрой очистки. Принцип работы аппаратов мокрой очистки. Механизмы очистки частиц пыли. Смачиваемость частиц. Осаждение частиц на пленку жидкости.</p> <p>6.2. Осаждение частиц при барботаже. Осаждение частиц на каплях при распылении жидкостей. Осаждение частиц при барботаже. Осаждение частиц на каплях при распылении жидкостей. Модель изменения концентрации частиц в элементе скрубберного пространства для различных типов движения газа.</p>  |
| 7 | <p>Химические и биохимические процессы очистки сточных вод и газов. Обработка осадков сточных вод. Термические методы очистки сточных вод Кристаллизация. Дезодорация.</p> <p>7.1. Химические методы очистки сточных вод и газов. Химические методы очистки. Нейтрализация примесей. Способы нейтрализации сточных вод и газов. Реагентное удаление загрязняющих примесей в виде малорастворимых соединений. Деструктивные методы очистки сточных вод. Окисление. Окисление активным хлором, окисление озоном. Применение других окислителей при очистке сточных вод.</p> <p>7.2 Процесс биохимической очистки, активный ил, биохимический показатель сточных вод, закономерности биохимической деструкции органических веществ. Влияние внешних факторов на процессы биохимической очистки сточных вод. Свойства активного ила. Свойства ила. Вещества, удаляемые при помощи активного ила. Кинетика биохимических процессов. Аппараты биохимической очистки сточных вод. Анаэробные методы биохимической очистки, биофильтры.</p> <p>7.3. Обработка осадков сточных вод. Термические методы очистки сточных вод Кристаллизация. Дезодорация. Концентрирование. Выпаривание. Вымораживание. Кристаллизация. Равновесие при кристаллизации скорость кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на свойства кристаллов. Способы кристаллизации. Понятие об устройстве кристаллизаторов и основных технологических процессах кристаллизации. Термоокислительные методы обезвреживания сточных вод. Дезодорация и дегазация.</p> |
| 8 | <p>Защита окружающей среды от энергетических воздействий.</p> <p>8.1. Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий.</p> <p>8.2. Защита окружающей среды от механических и акустических колебаний.</p> <p>8.3. Защита от ионизирующих излучений.</p> <p>8.4. Защита от электромагнитных полей и излучений</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 |
|-----------|--|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 5 |  |                            |                     |                                       |                      |
| 1         | Критерий Рейнольдса для атмосферы, критерий Ричардсона           | семинар                    | 4                   |                                       | 1                    |
| 2         | Классификация загрязнений и основных процессов очистки.          | семинар                    | 8                   |                                       | 2, 3                 |
| 3         | Гидрологические факторы формирования качества поверхностных вод. | семинар                    | 4                   | 2                                     | 5                    |
| 4         | Химическое и электрохимическое осаждение.                        | семинар                    | 8                   |                                       | 4, 6                 |
| 5         | Очистка выбросов от кислот и оснований.                          | семинар                    | 2                   | 2                                     | 7                    |
| 6         | Очистка сточных вод от анионов тяжелых металлов.                 | семинар                    | 2                   | 2                                     | 7                    |
| 7         | Защита от ионизирующих излучений.                                | семинар                    | 6                   | 2                                     | 8                    |
| Всего     |  |                            | 34                  |                                       |                      |

#### 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 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                                 |                     |                                       |                      |

#### 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 5, час |
|---|------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 20         | 20             |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 15         | 15             |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 22         | 22             |
| Всего:  | 57         | 57             |

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/<br>URL адрес  | Библиографическая ссылка  | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|---------------------|---|---|
| 57 С 67             | Сотникова Е.В. Теоретические основы процессов защиты среды обитания [Текст]: учебное пособие / Е.В. Сотникова, В.П. Дмитриенко, В.С. Сотников. – СПб.: Лань, 2014 – 573 с. ISBN 978-5-8114-1624-0                                   | ФО (10)   |
| 355 В 39            | Ветошкин А.Г. Основы процессов инженерной экологии: теория, примеры, задачи [Текст]: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – СПб. [и др.]: Лань, 2014 – 415 с. ISBN 978-5-8114-1525-0  | ФО (10)   |
| 355 В 39            | Ветошкин А.Г. Инженерная защита водной среды [Текст]: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – СПб. [др.]: Лань, 2014 – 415 с. ISBN 978-5-8114-1628-8   | ФО (10)   |
| 5 С 76              | Стандарты качества окружающей среды [Текст]: учебное пособие / Н.С. Шевцова [и др.]; ред. М.Г. Ясовеев. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2014. – 156 с. ISBN 978-985-475-623-3 (Новое знание). – ISBN 978-5-16-0093826 (ИНФРА-М) | ФО (2), СО (13)   |
| 502 Г 83            | Григорьева И.Ю. Основы природопользования [Текст]: учебное пособие / И.Ю. Григорьева. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 336 с. ISBN 978-5-16-005475-9  | ФО (2); СО (18)   |
| 628.5(075) П 84 628 | Процессы и аппараты для утилизации, очистки и   | СО(117)   |

|   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
|   | обезвреживания газообразных отходов: учебное пособие/ С. В. Михаленков [и др.]; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2009. - 48 с   |                            |
| 658.382(075) P 60<br>658  | Родионов, А. И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов/ А. И. Родионов, Ю. П. Кузнецов, Г. С. Соловьев. - М.: Химия: КолосС, 2007. - 387 с.  | ФО(2),<br>ЧЗ(1),<br>СО(12) |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/1230079">https://znanium.com/catalog/product/1230079</a> | Белевцев, А. Н. Теоретические основы защиты окружающей среды. Охрана водного бассейна в металлургии : учебное пособие / А. Н. Белевцев, М. А. Белевцев, Л. А. Мирошкина. - Москва : ИД МИСиС, 2007. - 103 с. - Текст : электронный. -                                   |                            |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/987751">https://znanium.com/catalog/product/987751</a>   | Ветошкин, А. Г. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы) : учебное пособие / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева, А. Г. Ветошкин. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 362 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009259-1. - Текст : электронный. |                            |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/1032091">https://znanium.com/catalog/product/1032091</a> | Кулагина, Т.А. Теоретические основы защиты окружающей среды : учеб. пособие / Т.А. Кулагина, Л.В. Кулагина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. - 364 с. - ISBN 978-5-7638-3678-3. - 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://science.guap.ru">http://science.guap.ru</a>   | Портал научной и инновационной деятельности ГУАП |
| <a href="http://www.opengost.ru/">http://www.opengost.ru/</a> | Портал нормативных документов                    |
| <a href="http://elementy.ru">http://elementy.ru</a>           | Сайт о фундаментальной науке                     |
| <a href="http://www.wri.ore">http://www.wri.ore</a>           | сайт Института мировых природных ресурсов        |

#### 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                                      |                                     |
| 2     | Мультимедийная лекционная аудитория                       |                                     |

#### 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 |
|------------------------------|----------------------------|
| Зачет                        | Список вопросов.           |

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»<br>«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»<br>«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»<br>«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»<br>«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 |
|-------|--|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |                |

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 |
|-------|--|----------------|
|       | Хозяйственная деятельность и ее воздействие на экосистемы. Комплексный подход к оценке воздействия на окружающую среду.  | УК-8.3.1       |
|       | Диффузионное уравнение и факторы, определяющие движение атмосферы.   | УК-8.3.1       |
|       | Основные среды и объекты загрязнения. Глобальное, региональное и местное загрязнение.  | УК-8.3.1       |
|       | Сухоадиабатический градиент и температурные инверсии. Циклонические явления.   | УК-8.3.1       |
|       | Санитарно-гигиеническое нормирование загрязнения антропоэкосистем и оценка качества жизни. Оценка комплексного воздействия территориально-производственного комплекса. | УК-8.У.1       |
|       | Альбедо и климатические изменения в городах. Закономерности распространения загрязняющих веществ в адвективной, конвективной и турбулентной зонах.                     | УК-8.3.1       |
|       | Термодинамические аспекты загрязнения и очистки выбросов и сбросов. Свободная энергия и энтропия смешения. Энергетическая эффективность очистки и качество объектов.   | УК-8.3.1       |
|       | Критерий Рейнольдса для атмосферы, критерий Ричардсона. Зависимость коэффициента турбулентной диффузии от высоты. Оседание аэрозолей.                                  | УК-8.3.1       |

|  |   |                                   |
|--|---|-----------------------------------|
|  | Правило фаз. Утилизация, депонирование и обезвреживание отходов. Экологическая оценка методов переработки отходов. Малоотходные технологии.   | УК-8.У.1                          |
|  | Загрязнение атмосферы от линейных, подвижных, плоских и точечных источников. Опасная скорость ветра.  | УК-8.3.1                          |
|  | Разложение и биотрансформация загрязняющих веществ. Влияние свойств среды.  | УК-8.3.1                          |
|  | Методы защиты атмосферы от загрязнений. Очистка газовых выбросов от пыли и аэрозолей. Осадительные камеры и циклоны.  | УК-8.У.1                          |
|  | Биогеохимические циклы: кислорода, углерода, азота, серы, влияние токсикантов. Распределение концентраций и миграция загрязняющих веществ.  | УК-8.3.1                          |
|  | Контроль загрязнения атмосферы. Государственная служба мониторинга окружающей среды. Санитарно-гигиенический и инспекционный и экологический контроль загрязнения окружающей среды. | УК-8.У.1                          |
|  | Глобальное загрязнение атмосферы. Проблемы озона.   | УК-8.3.1                          |
|  | Очистка газов в скрубберах и барботажных колоннах. Применение фильтров и электрофильтров.   | УК-8.У.1,<br>ПК-8.3.1             |
|  | Водные ресурсы России. Основные потребители воды. Качественные и количественные изменения водных ресурсов под влияние хозяйственной деятельности.                                   | ПК-3.3.1                          |
|  | Системы абсорбционной очистки газовых смесей. Уравнение тепломассопереноса.   | УК-8.У.1,<br>ПК-8.3.1             |
|  | Интегральные показатели качества воды и загрязненности водоемов. Подземные воды и их связь с поверхностными водами.   | УК-8.3.1                          |
|  | Очистка выбросов от кислот и оснований. Поглощение оксидов серы и азота.  | УК-8.У.1,<br>ПК-8.3.1<br>УК-8.3.1 |
|  | Роль Мирового океана в биосфере. Источники и виды загрязнения вод морей и океанов. Влияние загрязняющих веществ на жизнедеятельность морских организмов.                            | УК-8.3.1                          |
|  | Разделение гетерофазных систем. Отстаивание и центробежное разделение (гидроциклоны и центрифуги).  | ПК-8.3.1                          |
|  | Современное состояние загрязненности вод океана. Моделирование распределения загрязнений в океане. Загрязнение внутренних морей.  | ПК-3.3.1                          |
|  | Реагентная очистка газовых смесей. Реагентная очистка выбросов от оксидов азота и серы. Кинетика химических реакций в потоке.   | ПК-8.3.1                          |
|  | Охрана водных объектов от истощения. Прогнозирование качества водных ресурсов. Охрана малых рек.  | ПК-3.3.1                          |
|  | Методы каталитического дожигания. Диффузионная и кинетическая области.  | ПК-8.3.1                          |
|  | Очистка выбросов ТЭЦ и мусоросжигающих заводов.   | ПК-8.3.1                          |
|  | Адсорбция паров и газов. Типы сорбентов, механизм сорбции. Поверхностная и капиллярная сорбция.   | УК-8.3.1                          |
|  | Санитарно-гигиенические показатели и нормативы качества питьевой воды. Питьевое водоснабжение.  | УК-8.У.1                          |

|  |   |          |
|--|---|----------|
|  | Очистка сточных вод от анионов и тяжелых металлов. Методы коагуляции и флокуляции.  | ПК-8.3.1 |
|  | Гидрологические факторы формирования качества поверхностных вод. Классификация водоемов и водотоков. Влияние метеорологических и гидравлических характеристик. Определение допустимого количества сбрасываемых вод. | УК-8.У.1 |
|  | Очистка производственных и бытовых сточных вод. Химическое и электрохимическое осаждение. Влияние свойств среды.  | ПК-8.3.1 |
|  | Контроль загрязнения поверхностных, фильтрационных и сточных вод. Влияние метеорологических и гидравлических условий.   | УК-8.У.1 |
|  | Разделение растворов. Экстракция. Адсорбция. Мембранные методы.   | УК-8.У.1 |
|  | Источники и виды загрязнения вод морей и океанов. Влияние загрязняющих веществ на жизнедеятельность морских организмов.   | ПК-3.3.1 |
|  | Разделение растворов. Обратный осмос и ультрафильтрация. Электродиализ.   | ПК-8.3.1 |
|  | Правило фаз. Утилизация, депонирование и обезвреживание отходов. Экологическая оценка методов переработки отходов.  | ПК-8.3.1 |
|  | Разделение растворов. Ионный обмен. Микробиологическая очистка.   | ПК-8.3.1 |
|  | Термодинамические аспекты загрязнения и очистки выбросов и сбросов. Свободная энергия и энтропия смешения. Энергетическая эффективность очистки и качество объектов.  | ПК-3.3.1 |
|  | Аэротенки и метантенки. Очистка от СПАВ.  | ПК-8.3.1 |

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 |
|-------|--|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |                |

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:

- формулировка основных тем, разделов и подразделов лекции;
- введение новых понятий и терминов, формулировка определений,
- приведение примеров описанных явлений в конкретных ситуациях,
- ответы на возникающие вопросы,
- обобщение изложенного материала.

Рекомендуется вести конспект лекции следующим образом:

Каждый смысловой раздел целесообразно начинать с абзаца с новой строки. При появлении интересных мыслей, вопросов по поводу соответствующей информации, или услышав важный комментарий преподавателя, студент может отметить это таким образом, чтобы было ясно, к какому разделу лекции эти пометки относятся, насколько важными их считает преподаватель, какое внимание следует уделить подробному их анализу, изучению. В зависимости от значимости текста целесообразно выделять его цветным маркером. В случае, когда преподаватель даёт лекции не в традиционной, а в интерактивной форме, необходимо внимательно выслушать правила и активно работать, выполняя указания преподавателя.

Посещение лекций является обязательным и, в случае пропуска занятия, обучающийся должен изучить его содержание самостоятельно.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимся под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

### **Требования к проведению практических занятий**

Для прохождения курса практических занятий студент должен:

- ознакомиться с планом проведения каждого занятия,

- перед каждым занятием изучать теоретический материал, необходимый для выполнения предусмотренных планом заданий, анализировать исследуемые проблемы и готовить вопросы по теме занятия,

- в установленные сроки выполнять индивидуальные практические задания и участвовать в дискуссиях и коллективном решении поставленных задач,

- следовать ходу управляемой дискуссии и указаниям преподавателя.

Практические занятия проводятся в соответствии с приведенным ниже планом.

*Практическое занятие №1.* Критерий Рейнольдса для атмосферы, критерий Ричардсона.

1. Ознакомление с основными определениями.
2. Представление докладов о зависимости коэффициента турбулентной диффузии от высоты, оседании аэрозолей.
3. Рассмотрение диффузионного уравнения и факторов, определяющих движение атмосферы.
4. Решение задач.

*Практическое занятие №2.* Классификация загрязнений и основных процессов очистки.

1. Ознакомление с физическими свойствами аэрозолей.
2. Представление докладов о пылеулавливающих аппаратах, физической и химической абсорбции (хемосорбция), методах и системах очистки от газообразных выбросов.
3. Рассмотрение вопросов о равновесии при абсорбции, равновесии между фазами основные законы: закон Генри, закон Дальтона.
4. Решение задач.

*Практическое занятие №3.* Гидрологические факторы формирования качества поверхностных вод.

1. Ознакомление с классификацией водоемов и водотоков.
2. Представление докладов о влиянии метеорологических и гидравлических характеристик..
3. Определение допустимого количества сбрасываемых вод.
4. Решение задач по очистке производственных и бытовых сточных вод.

*Практическое занятие №4.* Химическое и электрохимическое осаждение.

1. Ознакомление с влиянием свойств среды, контролем загрязнения поверхностных, фильтрационных и сточных вод, влиянием метеорологических и гидравлических условий.
2. Представление докладов о подготовке питьевой воды, физических и физико-химических способах, о санитарно-гигиенических показателях.
3. Решение задач: расчёт химических реагентов, расчет рН.

*Практическое занятие №5.* Очистка выбросов от кислот и оснований.

1. Ознакомление с реагентной очисткой выбросов от оксидов азота и серы, кинетикой химических реакций в потоке.
2. Представление докладов о мокрых методах очистки промышленных газов.
3. Решение задач.

*Практическое занятие №6. Очистка сточных вод от анионов и тяжелых металлов.*

1. Ознакомление с основными определениями.
2. Представление докладов о методах коагуляции и флокуляции, термических методах очистки сточных вод, кристаллизации, дезодорации.
3. Решение задач.

*Практическое занятие №7. Защита от ионизирующих излучений.*

1. Ознакомление с основными определениями: гамма-излучение, защита от электромагнитных полей и излучений, зона индукции (ближняя зона), зона интерференции, зона собственно излучения (дальняя зона), ПДУ.
2. Представление докладов о защите работающих и населения от ЭМИ РЧ.
3. Решение задач: оценка воздействия ЭМИ РЧ на человека.

Примерный перечень практических задач для выполнения на занятиях:

| № п/п | Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий   |
|-------|---|
| 1     | На нейтрализацию 100 м <sup>3</sup> воды с кислотностью 7 ммоль/л израсходовано 32,378 кг извести, содержащей 80 % гидроксида кальция. Рассчитайте кислотность воды   |
| 2     | Какие из ионов, содержащихся в воде, вызывают щелочность: Na <sup>+</sup> - 80,5 мг/л, K <sup>+</sup> - 19,5 мг/л, HCO <sup>3-</sup> - 152,5 мг/л, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - 142 мг/л, HSiO <sup>-</sup> <sub>3</sub> - 38,5 мг/л? Рассчитайте щелочность воды.                               |
| 3     | В воде содержится 24 мг/л сульфит-ионов, 45 мг/л карбонат-ионов, 19 мг/л силикат-ионов. Рассчитайте общую щелочность воды.  |
| 4     | Кислотность воды вызывается фосфорной кислотой и составляет 10 ммоль/л. Сколько потребуется 80% извести для полной нейтрализации 200 м <sup>3</sup> воды?   |
| 5     | В воду с исходной щелочностью 2,5 ммоль/л поступил сток, содержащий 345 мг/л карбоната калия. Как изменилась щелочность воды? Сколько HCl нужно взять для нейтрализации избыточной щелочности 200 м <sup>3</sup> воды?  |
| 6     | В 10,6 г раствора содержится 0,401 г салициловой кислоты, растворенной в этиловом спирте. Этот раствор кипит при температуре на 0,337 выше температуры кипения чистого спирта. Молекулярное повышение температуры кипения этилового спирта 1,19. Определите молекулярную массу салициловой кислоты. |
| 7     | Температура кипения чистого сероуглерода равна 46,2 °С. Раствор, содержащий 0,217 г серы в 19,18 г сероуглерода, кипит при T=46,3 °С. Эбулиоскопическая константа сероуглерода равна 2,37. Сколько атомов содержится в молекуле серы, растворенной в CS <sub>2</sub> ?                              |
| 8     | Водный раствор, содержащий 5,18 г растворенного вещества в 155,18 г раствора, замерзает при - 1,39 °С. Вычислите молекулярную массу растворенного вещества. Криоскопическая постоянная воды равна 1,86 °С.  |
| 9     | Один грамм силикагеля имеет активную площадь поверхности, равную 465 м <sup>2</sup> . Сколько молекул брома поглощается 1 м <sup>2</sup> площади поверхности адсорбента, если 10 г силикагеля могут адсорбировать 5·10 <sup>-6</sup> кг брома?  |
| 10    | Площадь поверхности 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> активированного угля равна 1600 м <sup>2</sup> . Какой объем аммиака могут адсорбировать 25·10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> активированного угля, если  |

|    |  |
|----|--|
|    | принять, что вся поверхность полностью покрыта мономолекулярным слоем аммиака? Условно можно считать, что поперечное сечение молекулы $\text{NH}_3$ представляет собой квадрат с длиной стороны $2 \cdot 10^{-10}$ м, и что при полном заполнении поверхности соседние молекулы касаются друг друга. |
| 11 | Теплота адсорбции аммиака на мелкораздробленной меди равна 29,3 кДж/моль. Какой объем аммиака поглотила медь, если при этом выделилось 158,6 кДж теплоты?  |
| 12 | В 1000 г воды растворено 68,4 г сахара ( $M=342$ ). Вычислите давление пара этого раствора при 373 К. Рассчитайте температуру кипения его, если теплота испарения воды при температуре кипения равна $2256,7 \cdot 10^3$ Дж/кг.  |
| 13 | При адсорбции 2,8 г кислорода активированным углем при 60 °К выделяется 1,36 кДж теплоты. Вычислите теплоту адсорбции кислорода на угле.   |
| 14 | При окислении $\text{NH}_3$ на платиновом катализаторе было получено в течение суток 1440 кг $\text{HNO}_3$ . Для окисления было использовано 0,064 кг катализатора. Рассчитайте активность катализатора   |
| 15 | За 12 ч было синтезировано 45000 кг $\text{NH}_3$ . Объем использованного катализатора 1,2 м <sup>3</sup> . Определите производительность катализатора.  |
| 16 | Найдите объем катализатора для синтеза $\text{NH}_3$ , если производительность установки 5000 м <sup>3</sup> аммиака в час. Производительность используемого катализатора 2000 кг/(м <sup>3</sup> · г).  |
| 17 | 1 грамм силикагеля имеет поверхность, равную 465 м <sup>3</sup> . Сколько молекул брома поглощает 1 см <sup>2</sup> поверхности адсорбента при адсорбции на 10 г силикагеля 5 мг брома?  |
| 18 | Объем газообразного азота $V_m$ при $1,04 \cdot 10^5$ Н/м <sup>2</sup> (760 мм рт. ст.) и 273 К, необходимый для покрытия образца силикагеля мономолекулярным слоем, 129 мл/г. Вычислите площадь поверхности силикагеля, если молекула азота занимает площадь $16,2 \cdot 10^{-10}$ м <sup>2</sup> . |

### 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).

**Методические рекомендации по составлению конспекта по самостоятельной работе**

1. Изучите названия тем, вынесенных на самостоятельное изучение. Подберите два-три источника литературы.
2. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.
3. Выделите главное, составьте план.
4. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.
5. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
6. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

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.

Все методические указания по прохождению текущего контроля успеваемости выкладываются в личный кабинет <https://pro.guap.ru/>.

Текущий контроль – это регулярная проверка усвоения учебного материала на протяжении семестра. К его достоинствам относится систематичность, постоянный мониторинг качества обучения, а также возможность балльнорейтинговой оценки успеваемости студентов. Текущий контроль осуществляется преподавателем в процессе выполнения индивидуальных домашних заданий, ответов на контрольные вопросы, решения практических кейсов или в режиме тренировочного тестирования, с целью получения информации о:

- выполнении обучающимися требуемых действий в процессе учебной деятельности;
- правильности выполнения требуемых действий;
- соответствии формы действия данному этапу усвоения учебного материала;
- формировании действия с должной мерой обобщения, освоения (автоматизированности, быстроты выполнения и др.) и т.д.

Текущий контроль по учебным дисциплинам проводится в пределах учебного времени, отведенного на соответствующую учебную дисциплину как традиционными, так и инновационными методами, включая компьютерные технологии.

Текущий контроль предусматривает проверку качества знаний и умений обучающихся по 5-ти балльной системе.

Критерии оценок.

Оценка «5» (отлично) выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее систематическое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять практические задания, рекомендованные программой. При проведении тестового контроля оценка «отлично» выставляется за правильный ответ на все вопросы теста. Оценка «4» (хорошо) выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешно выполнившего предусмотренные программой задачи. При этом в содержании, форме ответа или исполнении имеются отдельные

неточности. При проведении тестового контроля, оценка «хорошо» выставляется за правильный ответ на 80% вопросов теста.

Оценка «3» (удовлетворительно) выставляется обучающемуся, показавшему знание основного учебно-программного материала, но допустившему грубейшие ошибки и неточности в ответе и исполнении. При проведении тестового контроля оценка «удовлетворительно» выставляется за правильный ответ на 60% вопросов теста.

Оценка «2» (неудовлетворительно) выставляется, если обучающийся не умеет выделять главное и второстепенное, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач или отказывается отвечать

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:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Подготовка студентов к зачету включает:

- Самостоятельную работу в течение семестра.
- Непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету.

Подготовку к зачету целесообразно начинать с планирования и подбора литературы. Прежде всего следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к зачету, чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать.

Литература для подготовки к зачету обычно рекомендуется преподавателем. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников (учебных пособий). Студент сам вправе придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от позиции преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации. Наиболее оптимальны для подготовки к зачету учебники и учебные пособия, рекомендованные Министерством науки и высшего образования.

Следует точно запоминать термины, классификации и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других.

Для более эффективного понимания программного материала полезно общаться с преподавателем на групповых и индивидуальных консультациях.

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.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |