

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет  
имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)  
Северодонецкий технологический институт  
Кафедра химических технологий**

УТВЕРЖДАЮ:  
Врио. директора СТИ (филиал)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
Ю.В. Бородач  
(подпись)  
« 26 » 2024 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Экологическая безопасность химических производств»**

По направлению подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Профиль: «Химическая технология»

Северодонецк – 2024

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Экологическая безопасность химических производств» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология– 29с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Экологическая безопасность химических производств» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (утвержденная приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020г. № 910, с изменениями и дополнениями от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

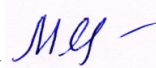
к.т.н., доцент кафедры химических технологий



М.А. Ожередова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры химических технологий «23» 09 2024 г., протокол № 2

Ио заведующего кафедрой химических технологий



М.А. Ожередова

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

СОГЛАСОВАНА(для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института «23» 09 2024 г., протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с современными химическими методами анализа и контроля состояния экологической среды, моделирования и прогноза (физического и химического) ее состояния, а также с результатами комплексного анализа деятельности химических предприятий и антропогенных факторов, влияющих на состояние экологической обстановки, нахождения путей решения экологических проблем.

Задачи дисциплины: познакомить с основными принципами анализа и контроля технологических процессов химической промышленности; научить студентов пользоваться нормативной и методической литературой при анализе и оптимизации технических процессов; сформировать у студентов системный подход при проектировании экологически безопасных технологических процессов в химической отрасли.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология».

Основывается на базе дисциплин: Анализ и оптимизация режимов работы химико-технологических процессов и систем.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Комплексная переработка вторичных ресурсов, Рекуперация отходов, производственная и преддипломная практика, написание магистерской работы.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                              | Индикаторы достижений компетенции<br>(по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4. Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты | ОПК-4.1. Знать: назначение, принцип действия и устройство аппаратов, используемых для проведения процессов; нормативные документы для разработки технической документации; методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений; законодательные акты в области безопасности жизнедеятельности и экологии<br>ОПК-4.2. Уметь: применять методики технологических и технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта; выбирать | <b>знать:</b> назначение, принцип действия и устройство аппаратов, используемых для проведения процессов; нормативные документы для разработки технической документации; методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений; законодательные акты в области безопасности жизнедеятельности и экологии;<br><b>уметь:</b> применять методики технологических и технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта; выбирать оптимальные техноло- |

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                             | <p>оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов; обосновывать принятие конкретного аппаратного и технического решения при разработке технологических процессов</p> <p>ОПК-4.3. Владеть: навыками определения оптимальных технологических режимов работы оборудования; методиками технологических расчетов с применением современного программного обеспечения; навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности при принятии оптимальных решений создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости</p> | <p>гические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов; обосновывать принятие конкретного аппаратного и технического решения при разработке технологических процессов;</p> <p><b>владеть:</b> навыками определения оптимальных технологических режимов работы оборудования; методиками технологических расчетов с применением современного программного обеспечения; навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности при принятии оптимальных решений создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости</p> |
| <p>ПК-7. Способен оценивать условия и последствия (в том числе эколого-экономические) принимаемых организационно-управленческих решений</p> | <p>ПК 7.1. Знать: техническое обеспечение производственных процессов</p> <p>ПК 7.2. Уметь: оценивать условия и последствия (в том числе эколого-экономические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения технологий химического производства</p> <p>ПК 7.3. Владеть: методами оценки условий и последствий (в том числе эколого-экономических) принимаемых организационно-управленческих решений</p>                                                                                                                         | <p><b>знать:</b> техническое обеспечение производственных процессов</p> <p><b>уметь:</b> оценивать условия и последствия (в том числе эколого-экономические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения технологий химического производства</p> <p><b>владеть:</b> методами оценки условий и последствий (в том числе эколого-экономических) принимаемых организационно-управленческих решений</p>                                                                                                        |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                     | Объем часов (зач. ед.) |                    |               |
|--------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------|
|                                                        | Очная форма            | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| Общая учебная нагрузка (всего)                         | 180<br>(5 зач. ед)     | -                  | -             |
| Обязательная контактная работа (всего)<br>в том числе: | 70                     | -                  | -             |

|                                                                                                                                   |            |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|
| Лекции                                                                                                                            | 42         | - | - |
| Семинарские занятия                                                                                                               | -          | - | - |
| Практические занятия                                                                                                              | 28         | - | - |
| Лабораторные работы                                                                                                               | -          | - | - |
| Курсовая работа (курсовой проект)                                                                                                 | -          | - | - |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> ) | -          | - | - |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>                                                                                    | <b>110</b> | - | - |
| Форма аттестации                                                                                                                  | экзамен    | - | - |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Тема 1 Актуальные проблемы химической промышленности.

Проблемы и тенденции развития химической промышленности в России. Актуальные проблемы и достижения химической отрасли России. Краткая характеристика химической промышленности России по отраслям химии. Сырьевая база региональных химических комплексов России.

### Тема 2. Общие экологические проблемы основных производств химической промышленности и пути их решения.

Природные условия России и их влияние на экологическую ситуацию. Современная экологическая ситуация и причины ее возникновения. Проблема разрушения озонового слоя. Проблема возникновения смога и фотохимического тумана. Проблема антропогенного загрязнения водотоков и водоемов. Экологические проблемы земельных ресурсов. Проблема рационального управления природными ресурсами.

### Тема 3. Методологические принципы решения проблем химических производств.

Системный подход в решении проблем. Эффективные принципы безотходного производства. Методологические принципы решения проблем. Химические принципы решения проблем на производствах. Технологические принципы решения проблем. Разработка процессов с низким энергопотреблением. Полнота использования энергии системы. Применение непрерывных процессов. Обеспечение высокой надежности и стабильности работы химико-технологической системы.

### Тема 4. Эколого-экономические системы.

Социально-экономическая роль российских химических предприятий. Характеристика эколого-экономических систем. Анализ потоков в эколого-экономической системе. Техногенный круговорот веществ.

### Тема 5. Экологические проблемы и пути их решения.

Проблема охраны окружающей среды на промышленных предприятиях. Проблема выбросов промышленных предприятий. Совершенствование технологических процессов с целью охраны окружающей среды. Безотходная технология как актуальная проблема комплексного использования сырья.

### Тема 6. Экохимические процессы и проблемы атмосферы.

Основные источники загрязнения атмосферы. Загрязнение воздуха (парниковые газы, соединения серы, азота, углерода, тяжелые металлы). Химические реакции. Разрушение атмосферных газов излучением. Процессы испарения и конденсации в атмосфере. Современные компоненты атмосферы. Мероприятия, направленные на защиту воздушного бассейна.

### Тема 7. Экохимические процессы и проблемы гидросферы.

Основные источники загрязнения гидросферы. Компоненты природной воды (катионы металлов, анионы кислотных остатков и лиганды, цикл пероксида водорода). Основное равновесие в водоёмах. Третье положение экологии. Загрязнение водоёмов и их охрана. Очистка и

самоочистка воды. Химические процессы и интегральные характеристики природных вод. Кислотно – основные равновесия. Окислительно – восстановительные реакции. Осадкообразование и адсорбция. Комплексообразование. Мероприятия, направленные на защиту водного бассейна.

#### **Тема 8. Экохимические процессы и проблемы педосферы.**

Основные источники загрязнения педосферы. Ресурсы почвы. Физико-химические показатели. Характеристика твёрдых отходов и их утилизация. Наземная среда, кора и круговорот веществ. 5. Механизмы химического выветривания. Тип материнского материала (подстилающая порода). Мероприятия, направленные на защиту почвы.

#### **Тема 9. Экохимические процессы и проблемы биосферы.**

Экологическая роль биосферы. Биогеохимические циклы (круговороты азота, фосфора, углерода, металлов). Мероприятия, направленные на защиту биосферы.

### **4.3 Лекции**

| №<br>п/п      | Название темы                                                                                 | Объем часов    |                            |                  |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|------------------|
|               |                                                                                               | Очная<br>форма | Очно-за-<br>очная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 1             | Актуальные проблемы химической технологии                                                     | 4              | -                          | -                |
| 2             | Общие экологические проблемы основных производств химической промышленности и пути их решения | 5              | -                          | -                |
| 3             | Методологические принципы решения проблем химических производств                              | 4              | -                          | -                |
| 4             | Эколого-экономические системы                                                                 | 5              | -                          | -                |
| 5             | Экологические проблемы и пути их решения                                                      | 4              | -                          | -                |
| 6             | Экохимические процессы и проблемы атмосферы                                                   | 5              | -                          | -                |
| 7             | Экохимические процессы и проблемы гидросферы                                                  | 5              | -                          | -                |
| 8             | Экохимические процессы и проблемы педосферы                                                   | 5              | -                          | -                |
| 9             | Экохимические процессы и проблемы биосферы                                                    | 5              | -                          | -                |
| <b>Итого:</b> |                                                                                               | <b>42</b>      | -                          | -                |

### **4.4 Практические занятия**

| №<br>п/п | Название темы                                                       | Объем часов    |                            |                  |
|----------|---------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|------------------|
|          |                                                                     | Очная<br>форма | Очно-за-<br>очная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 1        | Проблема качества сырья и продукции химических производств          | 2              | -                          | -                |
| 2        | Общие проблемы охраны окружающей среды на промышленных предприятиях | 2              | -                          | -                |
| 3        | Оценка воздействия на окружающую среду                              | 4              | -                          | -                |
| 4        | Экономический механизм охраны окружающей среды                      | 4              | -                          | -                |
| 5        | Оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу                  | 4              | -                          | -                |

|               |                                                                |           |   |   |
|---------------|----------------------------------------------------------------|-----------|---|---|
| 6             | Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы | 4         | - | - |
| 7             | Нормирование загрязняющих веществ в почве                      | 4         | - | - |
| 8             | Инженерная защита биосферы                                     | 4         | - | - |
| <b>Итого:</b> |                                                                | <b>28</b> | - | - |

**4.5 Лабораторные работы по дисциплине «Экологическая безопасность химических производств» не предусмотрены учебным планом.**

#### **4.6 Самостоятельная работа студентов**

| №<br>п/п      | Название темы                                                                                         | Форма/вид СРС                                                                            | Объем часов    |                            |                  |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|------------------|
|               |                                                                                                       |                                                                                          | Очная<br>форма | Очно-за-<br>очная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 1             | Актуальные проблемы химической технологии                                                             | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 12             | -                          | -                |
| 2             | Основные контролируемые параметры и нормирование загрязнений окружающей среды                         | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 12             | -                          | -                |
| 3             | Экохимические процессы. Основные загрязняющие компоненты, источники их поступления в окружающую среду | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 12             | -                          | -                |
| 4             | Экологические проблемы и пути их решения                                                              | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 12             | -                          | -                |
| 5             | Газовый состав воздушной среды и основные загрязняющие компоненты                                     | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 12             | -                          | -                |
| 6             | Актуальные проблемы очистки сточных вод                                                               | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 12             | -                          | -                |
| 7             | Долговременные глобальные следствия антропогенной эмиссии газов в атмосферу                           | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 12             | -                          | -                |
| 8             | Проблема безопасной утилизации и рационального использования отходов химических производств           | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 13             | -                          | -                |
| 9             | Основные проблемы применения качественных промышленных катализаторов в химической технологии          | Работа с пройденным материалом по конспектам лекций, учебной и дополнительной литературе | 13             | -                          | -                |
| <b>Итого:</b> |                                                                                                       |                                                                                          | <b>110</b>     | -                          | -                |

Самостоятельная работа по данной дисциплине представлена в виде расчетных задач, вопросов для самостоятельного изучения, тематики к докладам, презентациям, к которым студенты самостоятельно в неаудиторное время готовятся и защищают их на практических занятиях.

**4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Экологическая безопасность химических производств» учебным планом не предусмотрены.**

## **5. Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий.

Традиционные виды образовательных технологий и формы организации учебного процесса представлены:

- лекциями;
- практическими занятиями;
- самостоятельной работой;
- консультациями.

Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путём активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### *Занятия лекционного типа*

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов программы дисциплины.

Лекционный курс даёт большой объём информации и обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### *Практические занятия*

Практические занятия представляют собой детализацию и дополнение лекционного теоретического материала и проводятся в целях закрепления курса.

Основной формой проведения практических занятий является решение задач. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- непосредственное решение задачи;
- верное прохождение теста.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на теоретическую базу.

### *Самостоятельная работа обучающихся*

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний и умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических зна-

ний; формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу; развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности; формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объёма, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной формах.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны: просматривать основные определения и факты; повторять законспектированный на лекционном занятии материал и дополнять его с учётом рекомендованной по данной теме литературы; изучать рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов; самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях; использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств; выполнять домашние задания по указанию преподавателя.

Работа с медиаматериалами.

Самостоятельная работа в современном учебном процессе подразумевает ознакомление студента с различными видео- и аудиоматериалами на русском и иностранных языках. Можно обозначить следующие цели работы: усилить запоминание теоретических положений через визуальное и аудиальное восприятие; ознакомиться с авторским изложением сложных моментов; сформировать свою точку зрения с учетом представленных дискуссий; разобрать примеры и практические кейсы; выполнить задания и ответить на поставленные вопросы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Ветошкин А.Г. Основы инженерной экологии: учебное пособие для вузов: уч. пособие для вузов / А.Г. Ветошкин – 2 изд. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 – 332 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/152483/#2>
2. Харламова А.В. Токсикологические аспекты техносферной и экологической безопасности: уч. пособие / А.В. Харламова, А.М. Сазонова, О.И. Копытенкова. - Санкт-Петербург: ПГУПС – Ч. 1 - 2019. – 52 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/153625/#3>
3. Гусейханов М.К., Магомедова У.Г. Современные проблемы естественных наук: уч. пособие. – 6 изд.-е. / М.К. Гусейханов, У.Г. Магомедова. - СПб.: Изд-во Лань, 2018. – 276 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103902/#2>
4. Денисов В.В., Денисова И.А. Основы природопользования и энергоресурсосбережения: уч. пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова – 2-е изд. – СПб.: Изд-во Лань, 2019. – 408 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/113632/#2>
5. Широков Ю.А. Экологическая безопасность на предприятии: уч. пособие / Ю.А. Широков. – 2-е изд. – СПб.: Изд-во Лань, 2018. – 360 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/107969/#2>

## б) дополнительная литература

1. Топалова О.В. Химия окружающей среды: уч. пособие / О.В. Топалова, Л.А. Пимнева. -3-е изд., стер. изд. – СПб.: Изд-во Лань, 2017. – 160 с. Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/reader/book/90852/#17>.

2. Кривошеин Д.А., Дмитренко В.П. Основы экологической безопасности производств: уч. пособие / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко. – СПб.: Изд-во Лань, 2015. – 336 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/60654/#4>

3. Ветошкин А.Г. Инженерная защита водной среды: уч. пособие / А.Г. Ветошкин. – СПб.: Изд-во Лань, 2014 – 416 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/49467/#2>

## в) методические рекомендации

## г) интернет-ресурсы

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>

3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>

4. Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>

5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>

6. Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>

7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Для проведения аудиторных занятий предлагаются мультимедийные средства: видеопроектор, ноутбук, экран настенный, др. оборудование или компьютерный класс. Операционная система – Linux, пакет офисных программ – LibreOffice либо операционная система – Windows, пакет офисных программ – Microsoft Office в зависимости от распределения аудиторий. Учебные аудитории оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института.

## 8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

### Паспорт

#### оценочных средств по учебной дисциплине

#### «Экологическая безопасность химических производств»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

| Этап           | Код компетенции | Уровни сформированности компетенции | Критерии оценивания компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Начальный      | ОПК–4           | Пороговый                           | <b>знать:</b><br>назначение, принцип действия и устройство аппаратов, используемых для проведения процессов; нормативные документы для разработки технической документации; методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений; законодательные акты в области безопасности жизнедеятельности и экологии           |
| Основной       |                 | Базовый                             | <b>уметь:</b><br>применять методики технологических и технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта; выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов; обосновывать принятие конкретного аппаратного и технического решения при разработке технологических процессов |
| Заключительный |                 | Высокий                             | <b>владеть:</b><br>навыками определения оптимальных технологических режимов работы оборудования; методиками технологических расчетов с применением современного программного обеспечения; навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности при принятии оптимальных решений создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости |
| Начальный      | ПК–7            | Пороговый                           | <b>знать:</b><br>техническое обеспечение производственных процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Основной       |                 | Базовый                             | <b>уметь:</b><br>оценивать условия и последствия (в том числе эколого-экономические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения технологий химического производства                                                                                                                                                     |

|                |  |         |                                                                                                                                                |
|----------------|--|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Заключительный |  | Высокий | <b>владеть:</b><br>методами оценки условий и последствий (в том числе эколого-экономических) принимаемых организационно-управленческих решений |
|----------------|--|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины**

| № п/п | Код компетенции | Формулировка контролируемой компетенции                                                                                                                                                              | Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Темы учебной дисциплины | Этапы формирования (семестр изучения) |
|-------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1     | <b>ОПК-4</b>    | Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты | <b>знать:</b> назначение, принцип действия и устройство аппаратов, используемых для проведения процессов; нормативные документы для разработки технической документации; методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений; законодательные акты в области безопасности жизнедеятельности и экологии;<br><b>уметь:</b> применять методики технологических и технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта; выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов; обосновывать принятие конкретного аппаратного и технического решения при разработке технологических процессов;<br><b>владеть:</b> навыками определения оптимальных технологических режимов работы оборудования; методиками технологических расчетов с | <b>Темы 1 – 9</b>       | Начальный<br>ОФО-2                    |

|   |             |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                    |
|---|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
|   |             |                                                                                                                                | применением современного программного обеспечения; навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности при принятии оптимальных решений создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости                                                                                                                                                                                                                   |                   |                    |
| 2 | <b>ПК-7</b> | Способен оценивать условия и последствия (в том числе эколого-экономические) принимаемых организационно-управленческих решений | <p><b>знать:</b> техническое обеспечение производственных процессов</p> <p><b>уметь:</b> оценивать условия и последствия (в том числе эколого-экономические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения технологий химического производства</p> <p><b>владеть:</b> методами оценки условий и последствий (в том числе эколого-экономических) принимаемых организационно-управленческих решений</p> | <i>Темы 1 – 9</i> | Начальный<br>ОФО-2 |

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

| № п/п | Код компетенции | Индикаторы достижений компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Контролируемые темы учебной дисциплины | Наименование оценочного средства                                                              |
|-------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | ОПК-4           | ОПК-4.1. Знать: назначение, принцип действия и устройство аппаратов, используемых для проведения процессов; нормативные документы для разработки технической документации; методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений; законодательные акты | <p><b>знать:</b> назначение, принцип действия и устройство аппаратов, используемых для проведения процессов; нормативные документы для разработки технической документации; методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений; законодательные акты в области безопасности жизнедеятельности и экологии;</p> <p><b>уметь:</b> применять методики технологических и</p> | <i>Темы 1 – 9</i>                      | Тестовые задания, практические задания, рефераты, разноуровневые контрольные работы и задания |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>в области безопасности жизнедеятельности и экологии</p> <p>ОПК-4.2. Уметь: применять методики технологических и технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта; выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов; обосновывать принятие конкретного аппаратного и технического решения при разработке технологических процессов</p> <p>ОПК-4.3. Владеть: навыками определения оптимальных технологических режимов работы оборудования; методиками технологических расчетов с применением современного программного обеспечения; навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности при принятии оптимальных решений создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости</p> | <p>технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта; выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов; обосновывать принятие конкретного аппаратного и технического решения при разработке технологических процессов;</p> <p><b>владеть:</b> навыками определения оптимальных технологических режимов работы оборудования; методиками технологических расчетов с применением современного программного обеспечения; навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности при принятии оптимальных решений создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости</p> |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                                               |
|---|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ПК-7 | <p>ПК 7.1. Знать: техническое обеспечение производственных процессов</p> <p>ПК 7.2. Уметь: оценивать условия и последствия (в том числе эколого-экономические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения технологий химического производства</p> <p>ПК 7.3. Владеть: методами оценки условий и последствий (в том числе эколого-экономических) принимаемых организационно-управленческих решений</p> | <p><b>знать:</b> техническое обеспечение производственных процессов</p> <p><b>уметь:</b> оценивать условия и последствия (в том числе эколого-экономические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения технологий химического производства</p> <p><b>владеть:</b> методами оценки условий и последствий (в том числе эколого-экономических) принимаемых организационно-управленческих решений</p> | Темы 1 – 9 | Тестовые задания, практические задания, рефераты, разноуровневые контрольные работы и задания |
|---|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

## 9. Оценочные средства

### 9.1 Тестовые задания (пороговый уровень)

| № п/п | Вопрос                                                                                     | Варианты ответа                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Асидификация – это                                                                         | а) природный процесс повышения кислотной реакции компонентов окружающей среды;<br>б) антропогенный природный процесс повышения кислотной реакции компонентов окружающей среды;<br>в) антропогенный природный процесс понижения кислотной реакции компонентов окружающей среды |
| 2.    | К методам сухой очистки от аэрозолей относятся?                                            | а) электростатические, механические, звуковая коагуляция;<br>б) хемосорбция, адсорбция, абсорбция;<br>в) фильтрование, термические, механические.                                                                                                                             |
| 3.    | На чём основан принцип работы пылеосадительной камеры?                                     | а) осаждение взвешенных частиц под действием силы тяжести;<br>б) осаждение взвешенных частиц под действием гравитационной силы;<br>в) осаждение взвешенных частиц под действием тангенсальной силы                                                                            |
| 4.    | К основным видам загрязнения гидросферы относятся:                                         | а) химическое, механическое, тепловое, радиоактивное;<br>б) химическое, бактериальное, механическое, тепловое, радиоактивное;<br>в) химическое, бактериальное, механическое, термическое.                                                                                     |
| 5.    | Что нужно учитывать при выборе места отборов пробы?                                        | а) географические, геологические и экологические особенности изучаемого района;<br>б) характер распределения загрязнителя во времени;<br>в) характер распределения загрязнителя в пространстве;<br>г) все перечисленное                                                       |
| 6.    | Один из способов создания малоотходных технологий                                          | а) замкнутые циклы;<br>б) уменьшение объема выпускаемой продукции;<br>в) увеличение энергоемкости предприятий;<br>г) нет правильного ответа                                                                                                                                   |
| 7.    | Определяющим критерием в выборе химической схемы процесса является...                      | а) герметичность;<br>б) экологичность;<br>в) контролируемость;<br>г) экономичность.                                                                                                                                                                                           |
| 8.    | Что влияет на рассеяние загрязнителей из дымовых труб?                                     | а) характер рельефа местности;<br>б) высота строений и сооружений в окрестностях труб;<br>в) все вышеперечисленное                                                                                                                                                            |
| 9.    | Надежность процесса характеризуют ...                                                      | а) вероятностью нарушений режима;<br>б) средним временем безаварийной работы;<br>в) возможностью поддерживать показатели процесса в допустимых пределах;<br>г) изменением условий эксплуатации.                                                                               |
| 10.   | Когда сравнительно малая часть сырья превращается в целевой продукт, применяют схемы с ... | а) байпасом;<br>б) последовательным соединением аппаратов;<br>в) параллельным соединением аппаратов;<br>г) рециклом.                                                                                                                                                          |

## Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тестирование»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания           |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| 5                                     | 85 – 100% правильных ответов  |
| 4                                     | 71 – 85% правильных ответов   |
| 3                                     | 61 – 70% правильных ответов   |
| 2                                     | 60% правильных ответов и ниже |

**9.2 Реферат (базовый уровень)**

1. Классификация промышленных загрязнений атмосферы
2. Источники промышленного загрязнения биосферы
3. Выбор методов очистки промышленных выбросов
4. Состав, свойства и классификация сточных вод
5. Очистка сточных вод химических производств
6. Химическая технология и охрана окружающей среды
7. Экологические проблемы производства органических удобрений.
8. Экологические проблемы в производстве серной кислоты
9. Экологические проблемы в производстве фосфорной кислоты
10. Нефть как загрязнитель природной среды
11. Поверхностно-активные вещества в воде
12. Мониторинг поллютантов и очистка от них
13. Природоохранная деятельность в России
14. Фреоны и галоны в атмосфере планеты
15. Азотсодержащие органические соединения: функции, получение, экологические проблемы
16. Химические соединения, наиболее опасные для биосферы
17. Круговороты азота, кислорода, углерода, серы, фосфора и воды в природе
18. Основные технологии переработки промышленных отходов
19. Очистка и самоочистка воды
20. Виды токсического действия поллютантов
21. Качество атмосферного воздуха
22. Химия органического синтеза и полимеров
23. Проблема охраны окружающей среды в технологии органического синтеза
24. Разработка технологии высокой конверсии
25. Проблема выбросов парниковых газов в России

## Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «реферат»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ |
| 4                                     | Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ |
| 2 | Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)                                                                                                                                                                       |

### 9.3 Примеры кейс-заданий (высокий уровень)

#### Кейс № 1 «Озоновые дыры»

##### Знакомство с проблемой:

Условием появления и развития жизни на Земле является атмосфера — окружающая Землю газовая среда, воздушный бассейн. Атмосферный воздух — это механическая смесь газов со взвешенными каплями воды, частицами пыли, кристаллами льда и пр. Атмосферное давление и плотность с высотой убывают, и атмосфера без резкой границы постепенно переходит в космическое пространство.

Озоновый слой — тонкая полоска стратосферы на высотах 7-18 км, защищающая всё живое на Земле от губительных ультрафиолетовых лучей Солнца.

Озоновый слой — это воздух с высокой концентрацией озона  $O_3$ , поглощающего губительное для живого ультрафиолетовое излучение (УФИ) Солнца. При его истощении возрастает поток УФИ на поверхности Земли, что будет приводить к поражению глаз и подавлению иммунной системы людей, снижению урожайности растений.

Первую озоновую дыру обнаружили в 1985 году над станцией Халли-Бей в Антарктиде. Дыра была огромной — ее диаметр был около 1000 километров. Высота слоя озоновой дыры достигла 24 километров. Ученые отметили тот факт, что она появлялась ежегодно в августе, после чего к началу зимы она исчезала.

Тогда ученые установили, что над Антарктидой содержание озона в атмосфере ниже от нормы на 50%. Исследования этой озоновой дыры, проведенные в 2008 году, показали, что ее размер увеличился и составлял более 26 миллионов квадратных километров. Эти исследования показали, что атмосфера Земли и все живые существа в большей опасности, чем ученые предполагали изначально.

Затем еще одну крупную озоновую дыру обнаружили над Арктикой. В настоящее время ученые знают о существовании сотни озоновых дыр, однако та, что возникает над Антарктидой, по-прежнему является самой большой.

Установлено, что, начиная с 1971 года, уровень озона в атмосфере снизился на 7%. **Причины экологической проблемы:**

Ещё в 1970-х гг. экологи обнаружили, что озоновый слой разрушается.

Существует множество причин появления озоновых дыр, но важнейшая из них — загрязнение природной среды человеком. Основной причиной снижения концентрации озона считаются выбросы в атмосферу хлор- и фторсодержащих соединений. Помимо атомов хлора, молекулы озона разрушают водород, кислород, бром и другие продукты сгорания, попадающие в атмосферу из-за выбросов фабрик, заводов, дымовых газовых ТЭЦ. Не меньшее влияние на слой озона оказывают ядерные испытания: при взрывах выделяется огромное количество энергии и образуются окислы азота, которые входят в реакцию с озоном и уничтожают его молекулы. Подсчитано, что только с 1952 по 1971 год при ядерных взрывах в атмосферу попало около 3 миллионов тонн этого вещества.

Возникновению озоновых дыр способствуют и реактивные самолеты, в двигателях которых также образуются оксиды азота. Чем выше мощность турбореактивного двигателя, тем выше температура в камерах его сгорания и тем больше азотных окислов попадает в атмосферу. Ежегодные объемы азота, выбрасываемого в воздух, составляют 1 миллион тонн, из них треть приходится на самолеты.

Еще одна причина разрушения озонового слоя – минеральные удобрения, которые при внесении в землю вступают в реакцию с почвенными бактериями. В этом случае в атмосферу попадает закись азота, из которой образуются окислы.

Реально наблюдаемый результат — “озоновые дыры” над Антарктидой (максимальное снижение концентрации озона — в 3 раза), над Арктикой, Восточной Сибирью и Казахстаном.

Существует также теория, согласно которой, истончению озонового слоя способствует глобальное потепление.

Последствия разрушения озонового слоя

В результате разрушения озонового слоя ультрафиолетовое излучение беспрепятственно проходит через атмосферу и достигает поверхности земли.

Многие медики считают, что разрушение озонового слоя и возникновение озоновых дыр приводит к значительному ухудшению здоровья человека. К примеру, уменьшение озона способствует увеличению числа заболевших онкозаболеваниями и развитию катаракты, которая ведет к потере зрения. У людей снижается иммунитет, а это, в свою очередь, способствует развитию многих других заболеваний.

От разрушения озонового слоя страдают также представители животного и растительного мира. В первую очередь, это обитатели верхних слоев океана, такие, как крабы, креветки, планктон, водоросли т.д.

### **Задание:**

Представьте себя специалистом в области изучения и охраны окружающей среды. Вам предстоит выступить на международной конференции по проблемам охраны атмосферы.

Ваша задача – сформулировать три наиболее важных, на ваш взгляд, аргумента, которые должны убедить человечество в том, что данная экологическая проблема становится в наши дни проблемой номер один.

Для подготовки используете материал кейса, а также дополнительную информацию из доступных источников.

### **Кейс № 2**

Объектами исследования некоторой аналитической лаборатории являются водные растворы, которые содержат соли металлов, неорганические кислоты и основания, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и другие химические соединения. При помощи различных химических и физико-химических методов в лаборатории устанавливается качественный и количественный состав анализируемых объектов.

В четырёх пробирках находятся растворы, содержащие смесь следующих катионов:



В склянках находятся реактивы:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ .

### **Задание:**

1. При помощи имеющихся реактивов определите катион, находящийся в пробирках с раствором. *Для выполнения эксперимента в каждую пробирку можно добавить только один из реактивов, находящихся в склянках!*
2. Запишите уравнения протекающих при этом реакций.

**Кейс № 3**

Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и другие загрязнители окружающей среды. Они в виде взвеси поступают на очистные сооружения. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, коагуляции, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть реализованы или использованы повторно.

Для осаждения большинства ионов тяжелых металлов из сточных растворов часто применяется гидроксид кальция (гашёная известь).

Годовой объем очищаемой воды равен  $2000 \text{ м}^3$ , а содержание в нём ионов тяжёлых металлов составляет  $140 \text{ мг/дм}^3$ .

**Задание:**

1. Рассчитать расход гидроксида кальция в год с учетом 10 %-го избытка реагента, необходимого для полного осаждения ионов тяжёлых металлов.
2. Составить уравнения соответствующих реакций на примере ионов никеля (II) и хрома (III).

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству  
«кейс-задание»

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                  | Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями |
| 4                                  | Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы                                  |
| 3                                  | Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач                                                                                                |
| 2                                  | Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала                                                      |

**9.4 Разноуровневые задачи и задания (пороговый уровень)**

1. Рассчитать объем и состав газов, получающихся при сжигании с двукратным избытком кислорода воздуха: 1) 1 т природной серы, содержащей 99% серы и 1% влаги, 2) 1 т серного колчедана, содержащего 43 % серы и 5 % влаги.

2. Определить количество 98% - ной серной кислоты, которое можно получить из 1 т серного колчедана, содержащего 43,2% серы при влажности 4%. Выход серной кислоты в расчете на колчедан составляет 95,5%.

3. Определить расход серного колчедана, содержащего 45% серы, необходимый для производства 1 т 92%-ной серной кислоты, если потери по всем стадиям переработки колчедана в серную кислоту составляют 8%.

4. Определить расход природной серы, содержащей 99,5% серы для производства 1 т 75%-ной серной кислоты, если потери серы по всем стадиям переработки составляют 3,5%

5. Рассчитать объемный состав продуктов, получающихся при окислении аммиачно-

воздушной смеси в контактном аппарате азотнокислотного производства.

Исходные данные для расчета:

- производительность цеха – 12 т/ч, 50%-ной азотной кислоты;
- в качестве сырья используется аммиачно-воздушная смесь, содержащая 11 % оборотного аммиака;
- степень окисления аммиака до окиси азота 97,5% и 2,5% до элементарного азота;
- степень абсорбции окислов азота составляет 98%;
- воздух, поступающий на приготовление аммиачно-воздушной смеси, имеет относительную влажность 75% при температуре 25°C.

6. Определить содержание  $\text{CaCO}_3$  в известняке, если известно, что в нем содержится 47,6%  $\text{CaO}$  и 37,4%  $\text{CaO}_2$ .

7. Азотоводородная смесь содержит по объему 50% водорода и 50% азота. Какое количество водорода следует добавить к 1000 м<sup>3</sup> данной смеси, чтобы содержание водорода в конечной смеси увеличилось до 75%?

8. Рассчитать молярный состав газа, если известно, что газовая смесь содержит по весу: сернистого ангидрида – 14.4%, кислорода – 14.4%, азота – 71.2%.

9. В воздухе имеется смесь веществ, с концентрацией: аммиак – 0,02 мг/м<sup>3</sup>; диоксид азота – 5 мг/м<sup>3</sup>; гексан – 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Сопоставить данные концентрации веществ с ПДК. Определить вещества, обладающие эффектом суммации.

10. При анализе воздуха на содержание озона использовалась реакция взаимодействия его с ионами двухвалентного железа в кислой среде. Исследуемый воздух аспирировался в течение 40 минут со скоростью 0,5 л/ч. Эквивалентное содержание озона в пробе составило 2,82 мкг. Рассчитать концентрацию озона в исследуемом воздухе, если отбор пробы проводился при 18 °C и давлении 105,6 кПа.

11. Имеется несколько результатов, полученных аналитиком при выполнении анализов доломита для определения процентного содержания в нем  $\text{CaO}$ :  $x_1 = 29,22$ ;  $x_2 = 28,82$ ;  $x_3 = 28,94$ ;  $x_4 = 29,02$ ;  $x_5 = 29,56$ ;  $x_6 = 29,22$ ;  $x_7 = 29,78$ . Провести статистическую обработку экспериментальных данных.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «разноуровневые задания и задачи»

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                  | Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями |
| 4                                  | Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках освоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы                                  |
| 3                                  | Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач                                                                                                |
| 2                                  | Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний,                                                                                                                                     |

|  |                                                                                |
|--|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала |
|--|--------------------------------------------------------------------------------|

### 9.5 Практическое (прикладное) задание (высокий уровень)

#### Практическое задание «Технология подготовки сырья к переработке» (варианты 1 – 10)

##### Условие:

При обогащении **A** т руды, содержащей минерал **B** (%), получен концентрат **C** (кг), содержащий элемент **D** (%).

1. Определить:

- выход концентрата;
- степень извлечения элемента;
- степень концентрации.

2. Какое количество руды будет переработано за год (360 дней) и будет извлечено чистого продукта?

#### Варианты задания

| Вариант | Количество руды <b>A</b> , т/сут | Содержание полезного минерала <b>B</b> в руде, % | Количество концентрата <b>C</b> , кг | Содержание элемента <b>D</b> в концентрате, % |
|---------|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1       | 6                                | 2 цинк                                           | 350                                  | 25                                            |
| 2       | 2                                | 2 медь                                           | 90                                   | 20                                            |
| 3       | 3                                | 3 цинк                                           | 150                                  | 30                                            |
| 4       | 4                                | 4 железо                                         | 200                                  | 26                                            |
| 5       | 5                                | 5 железо                                         | 300                                  | 25                                            |
| 6       | 6                                | 6 цинк                                           | 360                                  | 30                                            |
| 7       | 7                                | 2 медь                                           | 200                                  | 50                                            |
| 8       | 8                                | 3 медь                                           | 250                                  | 40                                            |
| 9       | 9                                | 4 железо                                         | 360                                  | 30                                            |
| 10      | 10                               | 5 цинк                                           | 400                                  | 40                                            |

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практическое задание»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                   |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Практические задания выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач) |
| 4                                     | Практические задания выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)  |

|   |                                                                                                         |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Практические задания выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)     |
| 2 | Практические задания выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%) |

## 9.6 Комплект заданий для контрольной работы

### *(базовый уровень)*

#### **Примеры вопросов первого уровня сложности**

1. Сырьевая база химических комплексов
2. Проблема качества сырья и продукции химических производств
3. Проблемы энерго- и ресурсосбережения
4. Вторичные материальные ресурсы
5. Повышение надежности и безопасности химико-технологических процессов
6. Проблема применения совмещенных процессов
7. Применение аппаратов и технологических линий большой единичной мощности
8. Повышение селективности процессов и снижение потерь сырья и продуктов
9. Эффективные принципы безотходного производства
10. Технологии с минимальным расходом воды и использованием ее кругооборота
11. Совершенствование технологических процессов с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду
12. Комплексное использование сырья – путь к безотходным технологиям
13. Классификация отходов различных производств
14. Методы очистки и обезвреживания сточных вод и газовых выбросов
15. Регенерация тепла отходящих газов
16. Переработка ядерного оружия
17. Альтернативные виды топлива
18. Современные тенденции развития химических технологий в различных видах производства

### *(высокий уровень)*

#### **Примеры вопросов второго уровня сложности:**

1. Промышленным предприятием выбрасывается ежегодно в атмосферу 5 тыс. т пыли, при этом в первой зоне загрязняется 15 га сельскохозяйственных и лесных угодий. Средняя высота выброса составляет 50 м. Определите ущерб, причинённый сельскому и лесному хозяйствам.
2. Промышленное предприятие выбрасывает ежегодно в атмосферу 15 тыс. т пыли. В первой зоне проживает тысяча, во второй – 2 тыс. человек. Средняя высота выброса составляет 120 м. Определите ущерб, причинённый здравоохранению.
3. Промышленным предприятием выбрасывается ежегодно в атмосферу 4,5 тыс. т  $\text{SO}_2$ , при этом в первой зоне загрязняется 15 га, во второй зоне загрязняется 500 га сельскохозяйственных и лесных угодий. Средняя высота выброса составляет 50 м. Определите ущерб, причинённый сельскому и лесному хозяйствам.
4. Промышленное предприятие выбрасывает ежегодно в атмосферу 13 тыс. т пыли. В первой зоне проживает 500; во второй – одна тысяча; в третьей – 28 тыс. и в четвёртой – 45 тыс.

человек. Средняя высота выброса – 60 м. Определите ущерб, причиняемый пылью коммунальному хозяйству.

5. Промышленное предприятие выбрасывает ежегодно 56 тыс. т пыли, 21 тыс. т сернистого ангидрида. Средняя высота выброса составляет 105 м. Во второй зоне загрязняется 200 га сельскохозяйственных и лесных угодий, в третьей – 1100 га, в четвёртой – 2000 га. Определите ущерб от загрязнения лесному и сельскому хозяйству.

6. Рассчитайте величину приземной концентрации загрязнителя в атмосфере на расстоянии 50 м (у) по перпендикуляру от оси факела выброса, если концентрация загрязнителя в факеле  $5 \cdot 10^{-4}$  мг/м<sup>3</sup>, скорость ветра 2,0 м/с, а расстояние от источника выброса 150 м (х).

7. Вычислите массу (т) отходов ( $\rho = 2,5$ ), которую вмещает отстойник диаметром  $d = 50$  м и глубиной  $V = 1$  м.

8. Выясните, как влияет на качество речной воды, сброшенные в неё сточные воды, содержащие 20 мг/дм<sup>3</sup> казеина.

9. Определите массу твёрдого остатка, при обработке 8400 м<sup>3</sup> воды гашёной известью  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . При этом из воды удаляется 420 кг  $\text{Ca}^{2+}$  и 200 кг  $\text{Mg}^{2+}$ .

10. Для очистки 80 м<sup>3</sup>/ч сточной воды от взвешенных веществ (80 г/дм<sup>3</sup>) предложен метод флотации, образующийся при этом осадок имеет влажность 92%. Вычислите массу осадка, образующегося за 1 час.

11. Запасы воды в ледниках и материковом льду –  $34,8 \cdot 10^6$  км<sup>3</sup>, что составляет 68,6% от общих запасов пресной воды на Земле. На сколько метров повысится уровень Мирового океана, если произойдёт таяние льдов?

12. Для очистки сточной воды от токсичного хрома(VI), находящегося в виде  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в качестве восстановителя используют  $\text{SO}_2$ . Напишите уравнение реакции и рассчитайте массу сернистого газа, необходимого для полного восстановления хрома(VI) в виде  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  массой 950 г.

13. В расчёте на одного жителя в канализацию ежедневно поступает 8,6 г  $\text{NH}^+$ -ионов. Вычислите массу (кг) аммиачной селитры, которую надо добавить при обработке 700 га земельных угодий, если использовать сточные воды населённого пункта, в котором проживает 2,5 тыс. человек. Потребность  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  составляет 0,5 кг/га.

14. Значение pH почвенного раствора объёмом 100 см<sup>3</sup> составляет 5. Вычислите массу поташа ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), которую необходимо внести в почву, чтобы снизить pH до 4.

15. Доступный человеку объём пресной воды на планете равен 4,2 млн. м<sup>3</sup>. В среднем расход пресной воды на одного человека в год составляет приблизительно 900 м<sup>3</sup>. Население Земли составляет 7 млрд. человек (данные статистики на 31.10.2011 г.). За сколько лет население Земли выпьет пресную воду?

16. Рассчитайте поступление свинца в организм взрослого человека за 10 лет его жизни с вдыхаемым воздухом. ПДК свинца в воздухе составляет 0,003 мг/дм<sup>3</sup>.

17. В семенах персика, миндаля, вишни и абрикоса в небольших количествах присутствует синильная кислота (яд!). Смертельная доза для человека 50 мг. Определите содержание синильной кислоты в косточках абрикоса ( $\omega$ , %), если после употребления 100 очищенных ядер абрикоса массой 50 г наступила смерть.

18. На сколько лет хватит запасов лесов на планете Земля, если в среднем ежегодно вырубается 1 га леса? Возобновление лесов составляет 10% от площади сведенных лесов. Известно, что леса занимают 20% территории суши.

## Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                   |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                  | Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)   |
| 4                                  | Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)    |
| 3                                  | Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)     |
| 2                                  | Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%) |

**9.7 Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Проблемы и тенденции развития химической промышленности в России
2. Особенности социально-экономической роли химических предприятий
3. Важнейшие актуальные проблемы и достижения химической промышленности России
4. Какие задачи стоят перед химической технологией органических и неорганических веществ?
5. Каковы особенности производств основного неорганического синтеза?
6. Краткая характеристика химической промышленности России по отраслям
7. Дайте характеристику сырьевой базы химической промышленности
8. Основные проблемы развития химического комплекса
9. Какие факторы обуславливают определяющую роль химической промышленности в общественном производстве?
10. Сформулируйте общие принципы построения технологической схемы
11. Понятия надежности и безопасности функционирования химико-технологических процессов
12. Основные пути снижения себестоимости химической продукции
13. Как решается проблема повышения технико-экономических показателей химико-технологических процессов?
14. В чем заключается проблема экономии сырья в химических производствах? Проблемы повышения селективности процессов и снижение потерь сырья и продуктов
15. Проблемы экономии энергии в химико-технологических процессах
16. Агрегаты большой единичной мощности
17. Значение продуктов химических производств в автомобильном транспорте, авиации, ракетной технике, медицине и легкой промышленности
18. Роль катализа в химической промышленности Проблемы применения катализаторов Водородные циклы химических предприятий. Чем обусловлена необходимость создания замкнутых систем водопользования?
19. Основные принципы решения проблемы применения совмещенных процессов
20. Основные принципы, обеспечивающие высокую надежность и стабильность работы химико-технологической системы
21. Модели химических реакторов
22. Периодический и непрерывный реакторы. Реактор идеального вытеснения. Диффузионные, ячеечные модели
23. Эффективные принципы безотходного производства
24. Особенности применения системного подхода в решении экологических проблем
25. Проблемы ресурсо- и энергосбережения на современном этапе
26. Особенности производств основного неорганического синтеза

27. Основные направления научно-технического прогресса в химической промышленности
28. Энергетические проблемы в химической технологии
29. Основные направления рационального использования химического сырья
30. Перспективы развития сырьевой базы неорганического синтеза
31. Основные направления повышения качества сырья и продукции химической технологии.
32. Взаимосвязь научно-технического прогресса в химической промышленности и состояния качества окружающей среды
33. Основные направления охраны окружающей среды от промышленных выбросов
34. Утилизации отходов
35. Классификация основных отходов химических производств. Примеры использования отходов химических производств в качестве вторичных сырьевых ресурсов
36. В чем заключаются проблемы утилизации отходов в производствах неорганических веществ
37. Как связано решение экологических проблем с экономикой производства?
38. Какие мероприятия по совершенствованию технологических процессов предпринимаются при разработке малоотходных и безотходных технологий?
39. Классификация методов очистки производственных сточных вод
40. Основные направления использования жидких и твердых отходов
41. Технологические методы утилизации жидких отходов в производствах органических и неорганических веществ
42. Современные проблемы переработки сырья в химических производствах
43. Основные направления рационального использования химического сырья
44. Перспективы развития сырьевой базы неорганического синтеза
45. Экологические проблемы химических предприятий, влияющих на окружающую среду.
46. Проблема выбросов химических предприятий.
47. Краткая характеристика химической промышленности России по отраслям химии.
48. Основные контролируемые параметры и нормирование загрязнений окружающей среды.
49. Экохимические процессы. Основные загрязняющие компоненты, источники их поступления в окружающую среду.
50. Газовый состав воздушной среды и основные загрязняющие компоненты. Химические реакции в атмосфере. Реакции, протекающие в нижних слоях атмосферы.
51. Фотохимические реакции. Химические реакции, контролирующие содержание водяных паров в атмосфере.
52. Кислотные выбросы.
53. Долговременные глобальные следствия антропогенной эмиссии газов в атмосферу.
54. Эффективные принципы безотходного производства.
55. Мониторинг поллютантов и очистка от них.
56. Классификация методов анализа загрязняющих веществ.
57. Основные методы очистки воздушной среды.
58. Методы очистки воды. Биологические методы очистки воды.

**Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации  
«экзамен»**

| Шкала оценивания        | Характеристика знания предмета и ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отлично (5)             | Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач |
| хорошо (4)              | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач                                      |
| удовлетворительно (3)   | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах                                    |
| неудовлетворительно (2) | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы                           |

**10 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;

- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

**Лист изменений и дополнений**

| №<br>п/п | Виды дополнений и изменений с указанием страниц | Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения | Подпись<br>(с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами) |
|----------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1.       |                                                 |                                                                                                                  |                                                                         |
| 2.       |                                                 |                                                                                                                  |                                                                         |
| 3.       |                                                 |                                                                                                                  |                                                                         |
| 4.       |                                                 |                                                                                                                  |                                                                         |