

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 16 » ноября 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Технология серы и серной кислоты  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 18.03.01 Химическая технология  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Химическая технология (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - развитие и углубление знаний по физико-химическим основам технологии серы и серной кислоты, современным технологическим и техническим решениям в этих производствах, с перспективами развития отечественной и зарубежной промышленности и их взаимосвязи со смежными областями.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующую компетенцию:

- способность использовать методы проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и применять методы математического моделирования для описания технологических процессов (ПСК-1).

Задачи учебной дисциплины

Изучение структуры технологии серы и серной кислоты и номенклатуры основных продуктов;

Формирование умений описывать технологию и общие принципы осуществления наиболее распространенных химических процессов в технологии серы и серной кислоты

Формирование навыков проведения экспериментального исследования технологических процессов и использования полученных результатов для обоснования оптимальных технологических параметров.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- серосодержащие соединения и материал на их основе;
- химические процессы и их теоретические закономерности;
- механизмы реакций, катализ.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает методы проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров технологии получения серы и серной кислоты. Знает методы статистического и регрессионного анализов для создания математической модели оптимизации технологии получения серы и серной кислоты.	Знает методы проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и математического моделирования для описания технологических процессов.	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет использовать методы проведения теоретического анализа при обосновании оптимального технологического режима получения серы и серной кислоты. Умеет составлять математическую модель для оптимизации технологии получения серы и серной кислоты на основе статистического и регрессионного анализов.	Умеет использовать методы проведения теоретического анализа и математического моделирования.	Дифференцированный зачет
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и математического моделирования для описания технологий получения серы методом Клауса и серной кислоты контактным способом	Владеет навыками проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и математического моделирования для описания ХТП.	Дифференцированный зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	70	70	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	30	30	
- лабораторные работы (ЛР)	20	20	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	74	74	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Масштабы производства серы и серной кислоты. Их значение в современном мире. Обзор методов производства серы и серной кислоты.				
Общие сведения о серной кислоте	3	0	0	0
Тема 1. Свойства серы. Области применения серы. Основные свойства серы и ее соединений. Товарные сорта серы, выпускаемые серной промышленностью. Характеристика серосодержащих соединений. Тема 2. Свойства серной кислоты. Области применения серной кислоты. Свойства серной кислоты и олеума: температура кристаллизации, плотность, давление пара, температура кипения, теплота образования, растворения и испарения. Технические сорта серной кислоты. Свойства диоксида и триоксида серы.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Сырье для производства серы и серной кислоты.	4	0	2	2
Тема 3. История развития сернокислотной промышленности. Ранний период сернокислотной промышленности. Промышленность в период с 1920 по 2020 годы. Тема 4. Сырье для производства серы и серной кислоты. Природные и промышленные виды сырья. Сравнительная характеристика различных видов сырья в производстве серной кислоты.				
Получение серы и сернистого газа.	4	0	4	5
Тема 5. Производство серы. Классификация методов производства природной серы. Геотехнологические методы производства серы. Автоклавный метод производства серы из флотационных концентратов. Технологические и технико-экономические показатели флотационно-автоклавного процесса. Тема 6. Попутная сера. Производство серы из сероводород содержащих газов - Клаус-процесс. Производство серы из металлургических газов – метод Оркла.				
Получение сернистого газа.	6	10	4	24
Тема 7. Физико-химические основы сжигания серного сырья. Физико-химические свойства сернистого газа. Требования, предъявляемые к нему в производстве серной кислоты. Получение диоксида серы из серы. Теоретический анализ процесса окисления серы. Обоснование оптимальных условий. Тема 8. Способы получения сернистого газа. Получение диоксида серы из сернистого колчедана. Термодинамический и кинетический анализы процесса, выбор и обоснование оптимальных условий обжига. Типы печей для сжигания колчедана. Методы обогащения слабых сернистых газов. Тема 9. Специальная очистка печного газа. Очистка газов от примесей. Перспективные направления утилизации огар-ков. Физико-химические основы процесса тонкой очистки газов от примесей и технологическая схема.				
Производство серной кислоты контактным способом.	6	10	4	29
Тема 10. Теоретические основы контактного окисления диоксида серы. Физико-химические основы контактного окисления диоксида серы. Термодинамический анализ процесса, расчет равновесного выхода триоксида серы. Тема 11. Каталитическое окисление диоксида серы.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Роль катализатора. Теории катализа. Основные физико-химические характеристики катализаторов, применяющихся в сернокислотной промышленности. Перспективы использования современных катализаторов. Условия окисления диоксида серы на ванадиевом катализаторе. Типы контактных аппаратов. Расчет количества контактной массы.				
Абсорбция сернистого ангидрида в производстве серной кислоты.	4	0	4	14
Тема 12. Абсорбция сернистого ангидрида. Физико-химические основы абсорбция сернистого ангидрида. Статический и кинетический анализы процесса. Тема 13. Аппаратурное оформление абсорбции сернистого ангидрида. Схема двухступенчатой абсорбции, гидродинамика процесса. Технологический режим процесса абсорбции. Оптимальные условия и аппаратурное оформление процесса.				
Заключение.	2	0	0	0
Перспективы производства серы и серной кислоты.				
<b>ИТОГО по 8-му семестру</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>74</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>74</b>

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет материальных и энергетических балансов получения диоксида серы из различного серосодержащего сырья
2	Расчет равновесного выхода триоксида серы
3	Расчет материальных и энергетических балансов получения триоксида серы
4	Расчет времени контактирования на стадиях производства серной кислоты
5	Расчет объема контактной массы и размеров контактных аппаратов
6	Расчет материального и энергетического балансов стадии абсорбции

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование кинетики обжига серосодержащего сырья
2	Исследование процесса очистки отходящих газов от серосодержащих соединений

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
3	Исследования равновесия и скорости окисления диоксида серы на катализаторе

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li> <li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li> <li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li> <li>4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.</li> </ol>
---

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

<b>№ п/п</b>	<b>Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</b>	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>
<b>1. Основная литература</b>		
1	Загидуллин С. Х. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / С. Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	21

2	Куликов М. А. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / М. А. Куликов. - Березники: Изд-во ПНИПУ, 2011.	5
3	Общая химическая технология. Методология проектирования химических процессов : учебник для вузов / И. М. Кузнецова [и др.]. - Санкт-Петербург [др.]: Лань, 2013.	6
4	Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник для вузов / И. М. Кузнецова [и др.]. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2014.	6
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Амелин А. Г. Технология серной кислоты : учебное пособие для вузов / А. Г. Амелин. - Москва: Химия, 1983.	24
2	Васильев Б. Т. Технология серной кислоты / Б. Т. Васильев, М. И. Отвагина. - Москва: Химия, 1985.	14
3	Грунвальд В. Р. Технология газовой серы / В. Р. Грунвальд. - Москва: Химия, 1992.	3
4	Менковский М. А. Технология серы / М. А. Менковский, В. Т. Яворский. - Москва: Химия, 1985.	5
5	Островский С. В. Научно-технические химические технологии : учебное пособие / С. В. Островский. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	38
6	Островский С. В. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / С. В. Островский. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Куликов М. А. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / М. А. Куликов. - Березники: Изд-во ПНИПУ, 2011.	5
2	Островский С. В. Новые технологические решения в технологии серы и серной кислоты : учебное пособие / С. В. Островский, М. В. Черепанова, А. Г. Старостин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020.	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Важнейшие химические производства / И. П. Мухленов [и др.]. - Москва: Высш. шк., 1977. - (Общая химическая технология : учебник для вузов : в 2 ч.; Ч. 2).	4

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Островский, Сергей Владимирович. Научно-технические химические технологии : учебное пособие / С.В. Островский ; Пермский государственный технический университет .- Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008.- 102 с. : ил .- Библиогр.: с. 102.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2307">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2307</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Островский, Сергей Владимирович. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / С.В. Островский ; Пермский государственный технический университет .- Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008.- 299 с. : ил .- (Инновационный университет XXI века). Библио	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=852">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=852</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / С. Х. Заги-дуллин ; Пермский государственный технический университет .— 2-е изд., испр. и доп .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2011 .— 64 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=386">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=386</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Общая химическая технология. Методология проектирования химических процессов : учебник для вузов / И. М. Кузнецова [и др.] ; Под ред. Х. Э. Харлампиди .— 2-е изд., перераб .— Санкт-Петербург [др.] : Лань, 2013 .— 447 с.	<a href="https://e.lanbook.com/reader/book/37357/#2">https://e.lanbook.com/reader/book/37357/#2</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химических систем : учебник для вузов / И. М. Кузнецова [и др.] ; Под ред. Х. Э. Харлампиди .— 2-е изд., перераб .— Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014 .— 380 с.	<a href="https://e.lanbook.com/reader/book/45973/#2">https://e.lanbook.com/reader/book/45973/#2</a>	сеть Интернет; свободный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Аналитические весы ВСЛ 200/01А, инвентарный номер 0493573	1
Лабораторная работа	Печь трубчатая SNOL 0.2/1250, инвентарный номер 013530922	1
Лабораторная работа	Печь трубчатая SNOL 0.2/1250, инвентарный номер 013530923	1
Лекция	Ноутбук ACER Extensa 7620-G -3A2G25Mi, инвентарный № 0478200	1
Практическое занятие	Ноутбук ACER Extensa 7620-G -3A2G25Mi, инвентарный № 0478200	1

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
*«Технология серы и серной кислоты»*

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 18.03.01 Химическая технология

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Химическая технология  
неорганических веществ

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Химические технологии

**Форма обучения:** Очная/заочная

**Курс:** 4

**Семестр:** 8

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Диф. зачёт: - 8 сем.

Пермь 2020

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## 1. Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 структуру технологии серы и серной кислоты и номенклатуру основных продуктов		ТО1		КР1		ТВ
3.2 сырьевую базу технологии серы и серной кислоты, свойства и показатели качества исходных продуктов	С1	ТО2		КР2		ТВ
3.3 теоретические основы и общие закономерности протекания основных стадий технологии получения серы и серной кислоты		ТО3		КР3		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1 описывать технологию и общие принципы осуществления наиболее распространенных химических процессов технологии серы и серной кислоты			ОЛР1	КР2		ПЗ
У.2 проводить термодинамический, статический и кинетический анализы химико-технологических процессов			ОЛР2 ОЛР3	КР3		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
В.1 методами проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров			ОЛР4			ПЗ
В.2 навыками проведения экспериментального исследования технологических процессов и использования полученных результатов для обоснования оптимальных технологических			ОЛР5			ПЗ

параметров						
------------	--	--	--	--	--	--

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 3 лабораторных работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Общие сведения по технологии серной кислоты», вторая КР – по модулю 2 «Способы производства серной кислоты», третья – «Теоретические основы производства серной кислоты».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Основные свойства серы. Методы извлечения серы из самородных руд, их сравнительная характеристика.
2. Описание технологии серной кислоты из сероводорода и оптимальных условий протекания процесса.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Описать производство серы из сероводородсодержащих газов и метод Клауса.
2. Физико-химические основы абсорбции триоксида серы.

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Кинетика и механизм процесса окисления диоксида серы на катализаторе.
2. Получение диоксида серы из сернистого колчедана. Термодинамический и кинетический анализы процесса, выбор и обоснование оптимальных условий обжига.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Не предусмотрено образовательной программой.

## **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные свойства серы.
2. Автоклавный метод производства серы из флотационных концентратов
3. Производство серы из сероводородсодержащих газов
4. Технология серной кислоты из сероводорода
5. Сырье для производства серной кислоты
6. Основные направления совершенствования серноокислотных систем.

###### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Описать термическую стадию, теоретические основы, оптимальный режим, технологическую схему получения серы по методу Клауса.
2. Описать механизм процесса получения диоксида серы из серы, влияние внешних факторов на кинетику процесса горения.
3. Описать кинетику и механизм процесса окисления диоксида серы на катализаторе.

###### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Рассчитать материальный и тепловой балансы каталитической стадии производства газовой серы на 1 т продукта.
2. Обосновать оптимальные условия получения диоксида серы из серы, механизм процесса, влияние внешних факторов на кинетику процесса горения.
3. Провести экологическую оценку производства серной кислоты из сероводорода, описать отходы производства, обозначить пути их утилизации.

##### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций

проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС образовательной магистерской программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится

путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.