

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

« 30 » ноября 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Технология удобрений и солей** \_\_\_\_\_  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **180 (5)** \_\_\_\_\_  
(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 - ознакомление с теоретическими основами производства основных продуктов химической промышленности, с основными принципами технологического и аппаратного оформления этих производств; формирование умения применять теоретические и практические знания для решения конкретных научных, технических, производственных задач в технологии производства минеральных солей и удобрений.

Задачи:

- изучение теоретических основ технологии производства минеральных удобрений и солей; основных технологических особенностей и принципов аппаратного оформления химических производств;
- формирование умений обосновать выбор аппаратов, реакторов для реализации данной технологии производства;
- формирование навыков проводить технологические расчеты и выбирать оптимальные условия процесса в производстве минеральных солей и удобрений.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Химические производства минеральных солей и удобрений;
- Химические процессы получения минеральных солей и удобрений;
- Технологическое и аппаратное оформление химической промышленности.

### 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	Знать методы проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и математического моделирования для описания технологических процессов в производстве минеральных солей и удобрений.	Знает методы проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и математического моделирования для описания технологических процессов.	Экзамен

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	Уметь использовать методы проведения теоретического анализа и математического моделирования в технологии получения простых удобрений.	Умеет использовать методы проведения теоретического анализа и математического моделирования.	Экзамен
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеть навыками проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров в производстве минеральных солей и удобрений и математического моделирования для описания ХТП.	Владеет навыками проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и математического моделирования для описания ХТП.	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	24	24
- лабораторные работы (ЛР)	24	24
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	22	22
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен	36	36
Дифференцированный зачет		
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	180	180

#### 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
7-й семестр				
Введение	2	0	0	0
Классификация минеральных удобрений и их значение в сельском хозяйстве.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Производства продуктов соединений фтора, хлора, фосфора	6	16	0	30
<p>Тема 1. Фосфорные соединения. Производство желтого фосфора. Теоретические основы восстановления природных фосфатов углеродом в присутствии кремнезема: химизм, механизм, кинетика процесса. Оптимизация технологических параметров. Технологическая схема производства желтого фосфора. Отходы производства, их утилизация.</p> <p>Тема 2. Фосфорные соединения. Термическая фосфорная кислота. Теоретические основы отдельных стадий производства: окисление фосфора кислородом воздуха, гидратация оксидов фосфора. Оптимальные параметры технологического режима. Технологические схемы производства термической фосфорной кислоты.</p> <p>Тема 3. Соединения фтора. Сырье для производства соединений фтора. Теоретические основы разложения плавикового шпата серной кислотой. Обоснование оптимальных параметров. Теоретические основы процесса абсорбции фтороводорода водой и серной кислотой. Методы очистки фтороводорода-сырца ректификацией. Технологическая схема печного отделения в производстве фтороводорода. Технологическая схема отделения абсорбции в производстве фтороводорода. Технологическая схема отделения ректификации фтороводорода-сырца.</p> <p>Тема 4. Хлороводород и соляная кислота. Способы получения хлороводорода. Теоретический анализ процесса синтеза хлороводорода из элементов. Печи для синтеза хлороводорода. Абсорбция хлороводорода водой изотермическим способом. Статика и кинетика процесса. Оптимальный технологический режим. Аппаратура для получения соляной кислоты с отводом тепла. Адиабатическая абсорбция хлороводорода. Теоретический анализ процесса. Оптимальный технологический режим.</p>				
Калийные удобрения	10	8	14	30
Тема 5. Калийные удобрения. Галургический способ производства.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Характеристика сырья для производства хлорида калия.</p> <p>Преимущества циклического способа переработки сильвинита. Построение циклов на диаграмме растворимости системы <math>KCl - NaCl - H_2O</math>. Отличие реальных циклов от теоретического.</p> <p>Механизм и кинетика процесса выщелачивания хлорида калия из сильвинита. Методы интенсификации процесса растворения Причины образования солевого шлама при выщелачивании. Потери ценного компонента <math>KCl</math> с отходами. Расчет потерь. Методы их уменьшения.</p> <p>Преимущества адиабатической кристаллизации хлорида калия. Механизм и кинетика процесса кристаллизации. Условия получения крупнокристаллического продукта.</p> <p>Конструкция вакуум-кристаллизационной установки и режим ее работы.</p> <p>Тема 6. Калийные удобрения. Флотационный способ производства</p> <p>Теоретические основы флотации.</p> <p>Условия равновесия минеральной частицы, флотирующейся на плоской поверхности и на поверхности воздушного пузырька, расчет диаметра флотирующейся частицы и диаметра воздушного пузырька.</p> <p>Флотационные реагенты, их назначение и особенности применения.</p> <p>Кинетика процесса флотации.</p> <p>Типы и конструкции флотационных машин.</p> <p>Технологическая схема переработки сильвинита методом флотации.</p>				
Фосфорные удобрения	4	0	8	12
<p>Тема 7. Фосфорные удобрения. Простой суперфосфат</p> <p>Фазовый состав простого суперфосфата.</p> <p>Химические превращения, протекающие при разложении природных фосфатов серной кислотой и их роль в образовании суперфосфата.</p> <p>Факторы, влияющие на степень разложения и скорость процесса.</p> <p>Применение диаграммы растворимости в системе <math>CaO - P_2O_5 - H_2O</math> для определения фазового состава фосфатного комплекса на различных стадиях получения простого суперфосфата.</p> <p>Технологическая схема производства простого суперфосфата камерным способом.</p> <p>Тема 8. Фосфорные удобрения. Двойной суперфосфат</p> <p>Теоретические закономерности разложения природных фосфатов фосфорной кислотой в</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
производстве двойного суперфосфата. Факторы, влияющие на степень разложения и скорость процесса. Графическое изображение основных физико-химических стадий переработки сырья на диаграмме растворимости CaO – P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – H <sub>2</sub> O.				
Заключение	2	0	0	0
Основные направления совершенствования технологии солей и удобрений. Место технологии солей и удобрений в промышленности.				
ИТОГО по 7-му семестру	24	24	22	72
ИТОГО по дисциплине	24	24	22	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Графическое изображение теоретического цикла переработки сильвинита на диаграмме растворимости KCl – NaCl – H <sub>2</sub> O и расчет материального баланса получения хлорида калия.
2	Графическое изображение реального цикла переработки сильвинита на диаграмме растворимости. Определение состава жидких и твердых фаз. Расчет потерь ценного компонента с солевыми отходами. Снижение потерь с отвалом путем промывки водой.
3	Расчет теоретического количества испаряемой воды при кристаллизации хлорида калия на основе диаграммы растворимости KCl – NaCl – H <sub>2</sub> O
4	Обоснование причин загрязнения продукта KCl галитом и расчет его состава после фильтрации и сушки.
5	Улучшение качества хлорида калия путем промывки. Графическое изображение и расчет по диаграмме растворимости KCl – NaCl – H <sub>2</sub> O.
6	Расчет максимального диаметра частицы сильвина, флотирующей на плоской и криволинейной поверхности раздела жидкость – газ.
7	Графическое изображение изменения состава фосфатного комплекса на различных стадиях производства простого суперфосфата и расчет по диаграмме растворимости в системе CaO – P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – H <sub>2</sub> O.
8	Графическое изображение и расчет производства двойного суперфосфата по стадиям на основе диаграммы растворимости в системе CaO – P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – H <sub>2</sub> O.

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Восстановление барита
2	Обжиг хромитовых руд
3	Получение чистых веществ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
4	Абсорбция хлористого водорода
5	Разложение карналлита

## 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

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		



1	Ч. 1 / Л.З. Арсеньева [и др.]. - Л.: , Химия, 1970. - (Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот) : в 2 ч.; Ч.1).	30
2	Ч. 2. - Л.: , Химия, 1970. - (Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот) : в 2 ч.; Ч.2).	30
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Викторов М. М. Графические расчеты в технологии неорганических веществ / М. М. Викторов. - Ленинград: Химия, 1972.	15
2	Кувшинников И. М. Минеральные удобрения и соли: Свойства и способы их улучшения / И. М. Кувшинников. - М.: Химия, 1987.	2
3	Технология калийных удобрений : учебное пособие для вузов / В. В. Печковский [и др.]. - Минск: Вышэйш. шк., 1978.	2
4	Ч. 1. - Екатеринбург: , Изд-во УрО РАН, 1992. - (Основы теоретического анализа химико-технологических процессов : методические рекомендации : в 2 ч.; Ч. 1).	60
5	Ч. 2. - Екатеринбург: , Изд-во УрО РАН, 1992. - (Основы теоретического анализа химико-технологических процессов : методические рекомендации : в 2 ч.; Ч. 2).	67
<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	Островский С. В. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / С. В. Островский. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Рахимова О. В. Технология минеральных удобрений : учебное пособие / О. В. Рахимова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	3

## 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 С. В. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / С. В. Островский. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=852">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=852</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Ченская, В. В. Теоретические основы технологии неорганических веществ : учебное пособие / В. В. Ченская, Т. Г. Черкасова, Е. В. Цалко. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. — 203 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/6646">https://e.lanbook.com/book/6646</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Козадерова, О. А. Технология минеральных удобрений : учебное пособие / О. А. Козадерова, С. И. Нифталиев. — Воронеж : ВГУИТ, 2014. — 183 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/72918">https://e.lanbook.com/book/72918</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Нифталиев, С. И. Технология подготовки сырья для неорганических производств : учебное пособие / С. И. Нифталиев, Ю. С. Перегудов. — Воронеж : ВГУИТ, 2014. — 87 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/72919">https://e.lanbook.com/book/72919</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
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
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>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Вакуумный насос	1
Лабораторная работа	Весы	3
Лабораторная работа	Вытяжные шкафы	4
Лабораторная работа	Дистиллятор ДЭ - 20	1
Лабораторная работа	Печь СУОЛ	2
Лабораторная работа	Сушильный шкаф	1
Лабораторная работа	Термостат	2
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 удобрений и солей»  
*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

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

**Виды промежуточного контроля:**

Экзамен: 1 семестр

Пермь 2020

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся 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. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В модуле 1 предусмотрены аудиторские, лекционные, лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В модуле 2 предусмотрены аудиторские, лекционные, практические 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, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. 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	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>					
3.1 Знать методы проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и математического моделирования для описания технологических процессов в производстве минеральных солей и удобрений.	С1	ТО1		КР1 КР2	ТВ

Освоенные умения					
У.1 Уметь использовать методы проведения теоретического анализа и математического моделирования в технологии получения простых удобрений.	С2		ОЛР1 ОЛР2	КР1 КР2	ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 Владеть навыками проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров в производстве минеральных солей и удобрений и математического моделирования для описания ХТП.	С3		ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5		КЗ

*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 экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом 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 5 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

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

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

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР1 по модулю 1 «Важнейшие производства солей, кислот», вторая КР2 – по модулю 2 «Удобрения».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Изобразить графически на диаграмме растворимости в системе  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$  процесс получения экстракционной фосфорной кислоты. Провести технологические расчёты и представить материальный баланс получения 1000 кг  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

2. Провести технологические расчёты разложения плавикового шпата серной кислотой и представить материальный баланс получения HF-сырца из 1000 кг шпата.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Изобразить графически на диаграмме растворимости в системе  $\text{KCl} - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$  идеальный и реальный циклы получения KCl. Провести технологические расчёты и представить материальный баланс производства KCl при производительности по руде 300 т/час.

2. Рассчитать максимальный размер частицы, флотирующей на плоской поверхности вода-воздух, максимальный размер минеральной частицы, минимальный диаметр минерализованного пузырька воздуха, соответствующий оптимальной скорости всплывания при флотационном способе получения КСl при заданных параметрах жидкости и твёрдых частиц.

3. По диаграмме растворимости в системе КСl-NaNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O рассчитать количество выпарившейся воды, количество получаемой соли KNO<sub>3</sub> и NaCl при переработке исходных 2000 кг КСl.

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

### **2.3. 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.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных 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. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

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

1. Теоретические закономерности разложения природных фосфатов фосфорной кислотой в производстве двойного суперфосфата. Оптимизация параметров.

2. Механизм кристаллизации КСl из растворов. Влияние различных факторов на скорость формирования зародышей.

3. Обоснование оптимальных параметров флотации калийных солей (состав руды, состав раствора, соотношение Ж/Т, реагентный режим, степень аэрации пульпы).

4. Конверсионный способ получения нитрата калия. Описание технологической схемы.

5. Получение термической фосфорной кислоты. Полифосфорные кислоты.

6. Производство соединений фтора из отходящих газов при переработке природных фосфатов. Поглощение водой с переработкой во фторид натрия, содовый и аммиачный способы.



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

1. Проанализировать технологические схемы производства экстракционной фосфорной кислоты, выбрать аппаратное оформление процессов в дигидратном способе.

2. Преимущества циклического производства хлористого калия галургическим методом. Построение идеального цикла и сравнение с реальным циклом.

3. Технологическая схема печного отделения в производстве безводного фтористого водорода. Усовершенствование производства (технологические параметры и аппаратное оформление).

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

1. Провести обоснование технологических рисков при осуществлении взаимодействия плавикового шпата с серной кислотой.

2. Провести синтез технологической схемы производства нитрата калия из хлористого калия различными методами.

3. Провести технологическое сравнение способов получения хлористого калия из сильвинита.

*Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

#### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной 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 на экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

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 экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.