

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 23.05.2022 11:29:58  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Горно-химическое сырье**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**«Химическая технология неорганических веществ»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, инициалы, фамилия
Доцент		доцент С.В. Логинов

Рабочая программа дисциплины «Горно-химическое сырье» обсуждена на заседании кафедры Общей химической технологии и катализа протокол от «13» мая 2021 г. № 9

Заведующий кафедрой

А.Ю. Постнов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета Химии веществ и материалов протокол от «20» мая 2021 г. № 8

Председатель

С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	06
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	09
3. Объем дисциплины .....	09
4. Содержание дисциплины .....	010
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	010
4.2. Занятия лекционного типа.....	010
4.3. Занятия семинарского типа .....	011
4.3.1. Лабораторные занятия .....	011
4.4. Самостоятельная работа .....	011
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
10.1. Информационные технологии .....	14
10.2. Программное обеспечение .....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	15
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способен планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов</p>	<p><b>ПК-1.18</b> Изготовление катализатора с заданными физико-химическими и структурно-прочностными свойствами</p>	<p><b>Знать:</b> – состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки, основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки, методы получения катализаторов; <b>Уметь:</b> – подбирать катализатор и оптимальный режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; <b>Владеть:</b> – навыками регулирования физико-химических и прочностных свойств катализаторов нефтепереработки.</p>
	<p><b>ПК-1.19</b> Технологические операции в производстве катализаторов гидропроцессов</p>	<p><b>Знать:</b> – основное технологическое оборудование и принципы его работы; <b>Уметь:</b> – анализировать причины брака при производстве носителей и катализаторов; <b>Владеть:</b> – методами прогнозирования нештатных ситуаций при проведении технологических операций в производстве катализаторов нефтепереработки и разработки мероприятий по их предупреждению.</p>
	<p><b>ПК-1.20</b> Проведение процесса добычи твердого минерального сырья</p>	<p><b>Знать:</b> -основные типы месторождений твердого минерально-го сырья; <b>Уметь:</b> -осуществлять выбор рационального способа добычи</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		твердого минерального сырья; <b>Владеть:</b> Навыками разработки технологической схемы процесса добычи.
	<b>ПК-1-21</b> Проведение процесса обогащения горно-химического сырья	<b>Знать:</b> -способы обогащения горно-химического сырья; -виды флотации и типы флотационных машин; -типы фосфорсодержащих руд, калийсодержащих руд, серосодержащего сырья; <b>Уметь:</b> -проводить расчёт основных показателей обогащения сырья; -проводить расчёт основных параметров флотатора; -проводить оценку качества исходного сырья; <b>Владеть:</b> -навыками выбора наиболее эффективного метода обогащения; -методами определения оптимальных технологических режимов работы флотатора; -навыками выбора наиболее эффективного метода переработки
<b>ПК-5</b> Способен применять стандартные методы контроля качества производимой продукции и используемого оборудования	<b>ПК-5.1</b> Методы исследования носителей и катализаторов нефтепереработки	<b>Знать:</b> – Современные методы проведения анализа структуры, состава и свойств катализаторов нефтепереработки; <b>Уметь:</b> – определять физико-химические и структурно-прочностные характеристики полупродуктов и катализаторов с использованием высокотехнологичного исследовательского оборудования; <b>Владеть:</b> – навыками работы на высокотехнологичном исследовательском оборудовании.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ПК-5.2</b> Методы технического контроля и испытания катализаторов нефтепереработки</p>	<p><b>Знать:</b> – контролируемые показатели качества продукции технологической схемы производства носителей, катализаторов нефтепереработки;</p> <p><b>Уметь:</b> – анализировать возможные риски при осуществлении испытаний на автоматизированных установках;</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками работы на автоматизированной пилотной установке при испытаниях опытно-промышленного образца катализатора.</p>
	<p><b>ПК-5.3</b> Контроль качества дробильного оборудования</p>	<p><b>Знать:</b> -типы дробильного оборудования;</p> <p><b>Уметь:</b> -анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов;</p> <p><b>Владеть:</b> -навыками разработки требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций</p>

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.02.02), и изучается на 5 курсе (зимняя и летняя сессии).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Гетерогенные процессы технологии неорганических веществ», «Научные основы катализа и адсорбции». Полученные в процессе изучения дисциплины «Кинетика процессов технологии неорганических веществ» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Горно-химическое сырье» при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>12</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.:	8
семинары, практические занятия	–
лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)	8(4)
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	-
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>123</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (К/р, реферат, РГР, эссе)	2 Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен/9</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Исходные материалы для производства неорганических продуктов	2	–	-	10	ПК-1	ПК-1.18 ПК-1.20 ПК-5.1
2.	Способы обогащения горно-химического сырья	2	–	4	25	ПК-1 ПК-5	ПК-1.21 ПК-5.3
3.	Фосфатное сырье. Оценка его качества	-	–	-	25	ПК-1 ПК-5	ПК-1.21 ПК-5.3
4.	Калийсодержащие руды. Месторождения, схемы обогащения	-	–	-	25	ПК-1 ПК-5	ПК-1.21 ПК-5.3
5.	Серосодержащее сырье. Месторождения, схемы обогащения	-	–	-	25	ПК-1 ПК-5	ПК-1.21 ПК-5.3
6.	Особенности функционирования дробильного оборудования	-	–	4	13	ПК-5	ПК-1.19 ПК-5.2 ПК-5.3

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Исходные материалы для производства неорганических продуктов.</u> Природное сырье, полупродукты, отходы различных производств. Минеральные и полиминеральные руды.	2	ЛВ
2	<u>Способы обогащения горно-химического сырья.</u> Механические способы: рудоразборка; избирательное дробление; флотация; обогащение в суспензиях; электростатическая сепарация.	2	ЛВ
5	<u>Серосодержащее сырье. Месторождения, схемы обогащения.</u>	2	ЛВ
6	<u>Особенности функционирования дробильного оборудования.</u>	4	ЛВ



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2	Исследование процесса обогащения алюминийсодержащего сырья	4	2	Групповая дискуссия
6	Анализ работы различных типов дробильного оборудования	4	2	Групповая дискуссия

### 4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Целевые компоненты, основные и сопутствующие минералы. Месторождения полезных ископаемых; влияние геологических условий образования месторождений на качество горно-химического сырья. Балансовые, забалансовые и прогнозныe запасы природного сырья.	10	Контрольная работа №1
2	Термическая обработка природного сырья. Химико-механические способы обогащения руд.	8	Контрольная работа №1
2	Флотация. Физико-химические основы процесса. Виды флотации. Флотационные реагенты: собиратели, пенообразователи, регуляторы. Эффективность флотации. Различная способность поверхности минералов, входящих в состав перерабатываемой руды, смачиваться жидкостями как основа процесса	9	Контрольная работа №1
2	Качественно-количественные показатели процессов обогащения. Схемы с предварительной промывкой сырья. Зависимость качества получаемых концентратов от количества перечисток флотации	8	Контрольная работа №1
3	Состояние и перспективы развития отечественной сырьевой фосфатной базы. Методики оценки качества горно-химического сырья. Кристаллохимические особенности минералов, входящих в состав сырья. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм минералов. Принципиальные схемы подготовки фосфатного сырья. Требования к гранулометрическому составу исходного сырья.	25	Контрольная работа №2
4	Типы природных калийных руд. Основные и	25	Контрольная

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	сопутствующие минералы. Способы обогащения калийных руд. Схемы обогащения. Производство калийных солей из воды морей и соляных озер. Побочные калийсодержащие вещества. Анализ экономической ситуации на отечественном и мировом рынке калийных руд		работа №2
5	Сырье для производства серной кислоты. Основные месторождения. Получение серы из самородных руд. Добыча серы методом Фраша. Серный колчедан. Основные и сопутствующие минералы. Схема обогащения колчедана. Получение флотационного колчедана. Получение газовой серы. Использование фосфогипса для получения серной кислоты. Анализ экономической ситуации на отечественном и мировом рынке серосодержащего сырья	25	Контрольная работа №2
6	Место и назначение дробильного оборудования в переработке горно-химического сырья. Типы и принципы выбора дробильного оборудования. Особенности функционирования. Методы расчета различного дробильного оборудования	13	Контрольная работа №1

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению, размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими для проверки знаний.

При сдаче экзамена обучающийся получает два вопроса из перечня вопросов (время подготовки к устному ответу – 45 минут).

Пример варианта вопросов на экзамене:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные виды калийного сырья. Целевые и сопутствующие минералы.</li> <li>2. Классификация руд. Целевой компонент, минерал, месторождения полезных ископаемых, балансовые и забалансовые руды.</li> </ol>
--

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Технология минеральных удобрений: учебное пособие для вузов по направлению подготовки «Химическая технология» / Под редакцией И.А. Петропавловского. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2018. – 312 с. – ISBN 978-5-906109-63-7

2. Общая химическая технология: учебник для химико-технологических специальностей вузов: В 2-х частях. Часть 1. Теоретические основы химической технологии / Под редакцией И.П. Мухленова. – 5-е изд., стер. – Москва: Альянс, 2009. – 256 с. – ISBN 978-5-903034-78-9

3. Общая химическая технология: учебник для химико-технологических специальностей вузов: В 2-х частях. Часть 2. Важнейшие химические производства / Под редакцией И.П. Мухленова. – 5-е изд., стер. – Москва: Альянс, 2009. – 263 с. – ISBN 978-5-903034-79-6

4. Логинов, С.В. Химическая технология неорганических веществ: учебное пособие / С.В. Логинов, Н.Н. Правдин, Ю.П. Удалов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 141 с.

5. Правдин, Н.Н. Основы проектирования и оборудование. Базовый курс: учебное пособие для заочной формы обучения специальности «Химическая технология неорганических веществ» / Н.Н. Правдин, А.К. Хомич, М.А. Шапкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии неорганических веществ и минеральных удобрений. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 103 с.

6. Дмитриевский, Б.А. Технология минеральных удобрений и солей: методические указания к контрольным работам для заочной формы обучения специальности «Химическая технология неорганических веществ» / Б.А. Дмитриевский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии неорганических веществ и минеральных удобрений. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 15 с.

### **б) электронные учебные издания:**

7. Логинов, С.В. Химическая технология неорганических веществ: учебное пособие / С.В. Логинов, Н.Н. Правдин, Ю.П. Удалов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 141 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. Правдин, Н.Н. Основы проектирования и оборудование. Базовый курс: учебное пособие для заочной формы обучения специальности «Химическая технология неорганических веществ» / Н.Н. Правдин, А.К. Хомич, М.А. Шапкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии неорганических веществ и минеральных удобрений. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 103 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

9. Правдин, Н.Н. Основы проектирования и оборудование. Базовый курс: методические указания к выполнению контрольных работ для заочной формы обучения специальности «Химическая технология неорганических веществ» / Н.Н. Правдин, А.К. Хомич, М.А. Шапкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии неорганических веществ и минеральных удобрений. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 111 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>;  
Электронно-библиотечные системы:  
– «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
– ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Горно-химическое сырье» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040–02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048–2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020–2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016–2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов являются:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством виртуальной среды обучения LMS Moodle.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Пакеты прикладных программ стандартного набора (LibreOffice, MathCAD).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

- справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»;

– база данных Reaxys <https://www.reaxys.com>

**11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Кафедра Общей химической технологии и катализа оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного лабораторных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры и аудиторий № 205, 209, 210 соединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет через сервер, подключенный к сети института.

**12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ),  
утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Горно-химическое сырье»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-1</b>	<b>Способен планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов</b>	промежуточный
<b>ПК-5</b>	<b>Способен применять стандартные методы контроля качества производимой продукции и используемого оборудования</b>	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-1.18</b> Изготовление катализатора с заданными физико-химическими и структурно-прочностными свойствами	<b>Знает</b> состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки, основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки, методы получения катализаторов	Вопросы к экзамену № 1-35	Перечисляет состав промышленных катализаторов нефтепереработки	Перечисляет сырьё для получения катализаторов нефтепереработки	Рассказывает об особенностях кондиционирования сырья для получения катализаторов для процессов вторичной переработки нефти
	<b>Умеет</b> подбирать катализатор и оптимальный режим для поставленных технологических задач нефтепереработки	Вопросы к экзамену № 1-35	При подборе сырья для получения катализатора допускает несущественные ошибки в выборе параметров технологического режима	Обосновывает причины применения сырья для конкретного катализатора нефтепереработки	Устанавливает корреляционные зависимости между свойствами катализатора и составом сырья
	<b>Владеет</b> навыками регулирования физико-химических и прочностных свойств катализаторов нефтепереработки	Вопросы к экзамену № 1-35	Демонстрирует возможности направленного регулирования физико-химических и прочностных свойств катализаторов за счёт изменения состава сырья	Устанавливает связь между различными физико-химическими и структурными характеристиками катализаторов нефтепереработки и составом сырья	Предлагает технологические приёмы оптимизации физико-химических и прочностных свойств катализаторов нефтепереработки за счёт изменения свойств сырья
<b>ПК-1.19</b> Технологические операции в производстве	<b>Знает</b> основное технологическое оборудование и принципы его работы	Вопросы к экзамену № 1-35	Перечисляет основное технологическое оборудование в производстве	Рассказывает о принципах функционирования оборудования	Правильно соотносит возможности оборудования и поставленные

катализаторов гидропроцессов			катализаторов нефтепереработки		технологические задачи
	<b>Умеет</b> анализировать причины брака при производстве носителей и катализаторов	Вопросы к экзамену № 1-35	Определяет возможные причины отклонения характеристик катализаторов заданных значений	Конкретизирует причины отклонения характеристик катализаторов заданных значений	Предлагает возможные пути восстановления технологических характеристик катализаторов
	<b>Владеет</b> методами прогнозирования нештатных ситуаций при проведении технологических операций в производстве катализаторов нефтепереработки и разработки мероприятий по их предупреждению	Вопросы к экзамену № 1-35	Составляет перечень возможных неполадок и вероятных аварийных ситуаций в производстве катализаторов нефтепереработки	Составляет иерархию отказов и рассчитывает вероятность технологических отказов и аварийных ситуаций в производстве катализаторов нефтепереработки	Разрабатывает стратегию снижения вероятности отказов и возможных аварийных ситуаций в производстве катализаторов нефтепереработки
<b>ПК-1.20</b> Проведение процесса добычи твердого минерального сырья	<b>Знает</b> основные типы месторождений твердого минерального сырья	Вопросы к экзамену № 1-16	Перечисляет наиболее распространённые типы месторождений твердого минерального сырья	Обосновывает достоинства и недостатки различных типов месторождений	Дает подробную классификацию и примеры наиболее крупных месторождений
	<b>Умеет</b> осуществлять выбор рационального способа добычи твердых полезных ископаемых	Вопросы к экзамену № 1-16	Перечисляет основные критерии выбора способа добычи твердых полезных ископаемых	Приводит преимущества и недостатки добычи открытым и закрытым способом	Демонстрирует различные способы добычи на примерах промышленных производств
	<b>Владеет</b> навыками разработки технологической схемы процесса добычи	Вопросы к экзамену № 1-16	Называет основные элементы химико-технологических систем и их обозначения	Проводит построение химико-технологических систем, но совершает незначительные ошибки	Без ошибок выполняет построение химико-технологических схем и обосновывает их эффективность для технических процессов
<b>ПК-1.21</b> Проведение процесса обогащения горно-	<b>Знает</b> способы обогащения горно-химического сырья	Вопросы к экзамену № 17-35	Называет механические, термические, химико-	Демонстрирует знания о преимуществах и недостатках различных	Приводит примеры применения схем обогащения сырья на



химического сырья			механические, физические, гравитационные, гидрометаллургические способы обогащения	способов обогащения в зависимости от выбранного типа сырья	действующих предприятиях отечественной промышленности
	<b>Знает</b> виды флотации и типы флотационных машин	Вопросы к экзамену № 17-35	Называет основные виды флотации и флотационного оборудования, но допускает ошибки	Перечисляет подробную классификацию и назначение флотационного оборудования и флотационных реагентов	Демонстрирует различия и конструкционные особенности флотационного оборудования различных типов
	<b>Знает</b> типы фосфорсодержащих руд, калийсодержащих руд, серосодержащего сырья	Вопросы к экзамену № 17-35	Называет основные типы фосфорсодержащих руд, калийсодержащих руд, серосодержащего сырья и формулы основных и сопутствующих минералов	Объясняет кристаллохимические особенности фосфатных руд и влияние изоморфизма на свойства минералов, особенности добычи и переработки калийсодержащих руд и серосодержащего сырья	Перечисляет крупнейшие отечественные и зарубежные месторождения, оценивает перспективы развития сырьевой базы
	<b>Умеет</b> проводить расчёт основных показателей обогащения сырья	Вопросы к экзамену № 17-35	Формулирует принципы, лежащие в основе уравнений технологического баланса и показателей обогащения сырья	Выполняет расчёт основных показателей обогащения сырья, но совершает незначительные ошибки	Без ошибок проводит расчёт степени сокращения, выхода продукта, извлечения ценного компонента и степени обогащения
	<b>Умеет</b> проводить расчёт основных параметров флотатора	Вопросы к экзамену № 17-35	Перечисляет формулы для выполнения расчёта флотационного оборудования	Без ошибок выполняет расчёты флотатора конкретного типа по заданной производительности, концентрации веществ и прочим параметрам	Сопоставляет результаты вычислений с показателями действующих промышленных флотаторов
	<b>Умеет</b> проводить оценку качества исходного сырья	Вопросы к экзамену № 17-35	Приводит некоторые из показателей качества фосфорсодержащих	Перечисляет основные критерии оценки качества фосфорсодержащих руд,	Без ошибок описывает основные критерии оценки качества

			руд, калийсодержащих руд, серосодержащего сырья	калийсодержащих руд, серосодержащего сырья, но допускает незначительные ошибки	фосфорсодержащих руд, калийсодержащих руд, серосодержащего сырья
	<b>Владеет</b> навыками выбора наиболее эффективного метода обогащения	Вопросы к экзамену № 17-35	Перечисляет некоторые из возможных способов проведения обогащения сырья	Предлагает последовательность операций, позволяющую проводить обогащение конкретного вида сырья, но допускает незначительные ошибки	Предлагает наиболее оптимальную последовательность технологических операций для обогащения конкретного вида сырья
	<b>Владеет</b> методами определения оптимальных технологических режимов работы флотатора	Вопросы к экзамену № 17-35	Приводит основные методы определения оптимальных технологических режимов работы флотатора	Определяет оптимальные технологических режимов работы заданного типа флотационного оборудования	Приводит примеры оптимальных технологических режимов работы флотационного оборудования
	<b>Владеет</b> навыками выбора наиболее эффективного метода переработки	Вопросы к экзамену № 17-35	Называет схемы переработки фосфорсодержащих руд, калийсодержащих руд, серосодержащего сырья	Предлагает метод переработки фосфорсодержащих руд, калийсодержащих руд, серосодержащего сырья в зависимости от их типа и минерального состава примесей	Обосновывает наиболее эффективный метод переработки фосфорсодержащих руд, калийсодержащих руд, серосодержащего сырья в зависимости от типа и состава примесей
<b>ПК-5.1</b> Методы исследования носителей и катализаторов нефтепереработки	<b>Знает</b> современные методы проведения анализа структуры, состава и свойств катализаторов нефтепереработки	Вопросы к экзамену № 36-48	Перечисляет методы, средства и порядок технологического контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов нефтепереработки	Перечисляет преимущества и недостатки различных методов и средств контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов нефтепереработки	Перечисляет передовое аналитическое оборудование, которое может быть рекомендовано к внедрению в производстве катализаторов нефтепереработки
	<b>Умеет</b> определять физико-химические и структурно-	Вопросы к экзамену № 36-48	Сопоставляет пики на характерных	Успешно обрабатывает данные рентгенофазового	Формулирует выводы о фазовом составе и

	прочностные характеристики полупродуктов и катализаторов с использованием высокотехнологичного оборудования		дифрактограммах и эффекты на термоаналитических кривых с соответствующими им фазами	и/или термического анализа с получением количественных оценок фазового состава	дисперсности образца дифрактограммам и/или термоаналитическим кривым
	<b>Владеет</b> навыками работы на высокотехнологичном исследовательском оборудовании	Вопросы к экзамену № 36-48	Работает на оборудовании только в присутствии оператора	Выполняет некоторые операции без участия оператора	Имеет разрешение самостоятельной работы на оборудовании
<b>ПК-5.2</b> Методы технического контроля и испытания катализаторов нефтепереработки	<b>Знает</b> контролируемые показатели качества продукции технологической схемы производства носителей, катализаторов нефтепереработки	Вопросы к экзамену № 36-48	Перечисляет рациональные диапазоны параметров синтеза носителей и катализаторов нефтепереработки	Различает процессы, протекающие при синтезе носителей и катализаторов нефтепереработки	Соотносит диапазоны изменения параметров каждого этапа синтеза с требуемыми характеристиками носителей и катализаторов нефтепереработки
	<b>Умеет</b> анализировать возможные риски при осуществлении испытаний на автоматизированных установках	Вопросы к экзамену № 36-48	Составляет перечень возможных неполадок и вероятных аварийных ситуаций при работе на автоматизированной установке	Составляет иерархию отказов и рассчитывает вероятность отказов при работе на автоматизированной установке	Разрабатывает план предотвращения аварийных ситуаций при работе на автоматизированной установке
	<b>Владеет</b> навыками работы на автоматизированной пилотной установке при испытаниях опытно-промышленного образца катализатора	Вопросы к экзамену № 36-48	Устанавливает допустимые параметры проведения испытаний в присутствии оператора	Самостоятельно устанавливает допустимые параметры проведения испытаний	Самостоятельно осуществляет запуск и остановку автоматизированной установки
<b>ПК-5.3</b> Контроль качества дробильного оборудования	<b>Знает</b> типы дробильного оборудования	Вопросы к экзамену № 36-48	Приводит наиболее значимые типы промышленного дробильного оборудования	Описывает особенности режимов эксплуатации и выбора параметров мелющих тел	Анализирует их влияние на свойства продуктов и устанавливает взаимосвязь дефектов с отклонениями

					технологического режима
	<b>Умеет</b> анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов	Вопросы к экзамену № 36-48	Перечисляет основные технологические параметры, влияющие на свойства материалов	Демонстрирует влияние технологических параметров на конкретные свойства полученного материала	Предлагает наиболее оптимальные диапазоны параметров для процессов измельчения
	<b>Владеет</b> навыками разработки требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций	Вопросы к экзамену № 36-48	Называет некоторые из требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций	Приводит основные требования к организации и режимным показателям типовых технологических операций	Обосновывает необходимость каждого из требований к организации и режимным показателям технологических операций

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **3.1 Типовые контрольные вопросы к экзамену**

##### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

1. Базовые многотоннажные продукты химической технологии неорганических веществ.
2. Именные процессы химической технологии неорганических веществ: Байера, Габера – Боша, Сольве, Фраша и др.
3. Виды исходных материалов для получения неорганических продуктов. На основании каких данных решается проблема выбора исходных материалов? Примеры.
4. Распространенность элементов в космосе и на Земле. Четные и нечетные элементы, изотопы.
5. Рождение планет с точки зрения химика.
6. Формирование магматических, метаморфических, осадочных пород.
7. Разложение силикатных пород. Определение двуокси кремния. Осаждение гидроксидов алюминия, железа и титана. Прокаливание осадка гидроксидов алюминия, железа, титана и т.д.
8. Способы определения в силикатных породах: алюминия, железа, титана, кальция, магния, бария, марганца, никеля, меди, ванадия, щелочных металлов.
9. Способы определения в силикатных породах углекислого газа, фосфора, хлора, фтора, серы.
10. Разложение карбонатных пород. Определение кремнекислоты. Определение суммы оксидов алюминия, железа, титана и т.д.
11. Способы определения в карбонатных породах: алюминия, железа, титана, кальция, магния, стронция, бария, щелочных металлов.
12. Способы определения в карбонатных породах диоксида углерода, фосфора, хлора, фтора, серы.
13. Определение гигроскопической воды, связанной воды, потери при прокаливании.
14. Классификация руд. Понятия: целевой компонент, минерал, месторождения полезных ископаемых, балансовые и забалансовые руды. Как производят разведку и разработку месторождений минерального сырья?
15. Правила рациональной комплексной переработки минерального сырья (твердые полезные ископаемые).
16. Определение терминов: химическая технология, технологическая схема, узел технологической схемы. Какими показателями характеризуется эффективность химико-технологического процесса?
17. Классификация способов обогащения руд. Механические, химико-механические, термические и химические способы. Кратко опишите принципы обогащения. В каких случаях они используются. Качественно-количественные показатели обогащения сырья.
18. Флотация. Виды. Физико-химическая основа процесса. Флотационные реагенты-виды, назначение. От каких факторов зависит эффективность флотации? Принципы действия и примеры флотационных реагентов. Как работает флотационная машина?
19. Конверсионный и гидротермический способ переработки руд.
20. Метод Фраша. Его преимущества и недостатки. В каких случаях нельзя применять?
21. Флотационно-автоклавный метод переработки сырья. Его эффективность по сравнению с другими методами.
22. Геотехнологические методы разработки месторождений полезных ископаемых. Классификация геотехнологических методов. Краткая характеристика геотехнологических методов.
23. Поясните сущность ГОСТ, ОСТ или ТУ на минеральное сырье и продукты. Что они регламентируют, какие показатели? Приведите примеры.

24. Как производят оценку качества фосфатного сырья? Какие требования предъявляют к гранулометрическому составу сырья и продуктов? Приведите примеры.

25. Классификация руд. Понятия: целевой компонент, минерал, месторождения полезных ископаемых, балансовые и забалансовые руды. Как производят разведку и разработку месторождений минерального сырья?

26. Основные фосфорсодержащие руды. Формулы целевых минералов. Основные области залегания и месторождения. На какие основные соединения могут быть переработаны?

27. Кристаллохимические особенности фосфатных руд. Влияние изоморфизма на свойства минералов. Факторы, от которых зависит устойчивость структуры минерала.

28. Как оценивается качество фосфорного сырья? Для чего нужен минеральный состав примесей? Перспективы развития сырьевой базы. Основные продукты, получаемые при переработке фосфатного сырья.

29. Калийсодержащие руды. Природные месторождения калийных солей. Их краткая характеристика. Типы природных калийных руд. Основные и сопутствующие минералы. Схемы обогащения этих руд. Калийсодержащие удобрения, выпускаемые промышленностью.

30. Производство калийных солей из морской и озерной воды. Получение  $KCl$  из природных рассолов комплексным методом. Применение калийных солей. Проблема слеживания  $KCl$ .

31. Методы получения сульфата калия. Преимущества и недостатки. Конверсионный и гидротермический способ переработки калийных руд. Переработка нерастворимых в воде калийных руд.

32. Основное сырье для производства серной кислоты. Достоинства и недостатки. Наиболее перспективные виды сырья для производства серной кислоты. Охарактеризуйте их. Основные месторождения сырья для производства серной кислоты. Требования к сырью. Способы его переработки.

33. Способы добычи серы из руд. Достоинства и недостатки способов. В каких случаях применяются? Метод Фраша. Его преимущества и недостатки. В каких случаях нельзя применять?

34. Флотационно-автоклавный метод переработки серосодержащего сырья. Его эффективность по сравнению с другими методами. Получение серы из природных газов, нефти и углей. Выделение серы из отходящих газов. Серный колчедан. Требования к сырью. Основные и сопутствующие минералы. Схема обогащения. Физико-химические основы обжига. Получение серы и кислоты из колчедана.

35. Выделение серы из металлургических и топочных газов. Сернокислое железо, алуныты, фосфогипс и гипс как серосодержащее сырье. Выделение серной кислоты из отработанных кислот.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

36. Щековые дробилки. Особенности конструкции.

37. Щековые дробилки Рациональные режимы их работы.

38. Валковые дробилки. Особенности конструкции.

39. Валковые дробилки Рациональные режимы их работы.

40. Конусные дробилки. Особенности конструкции.

41. Конусные дробилки Рациональные режимы их работы

42. Устройство основных типов шаровых мельниц. Схемы работы струйных мельниц.

43. Мельницы для сверхтонкого измельчения.

44. Особенности классификации измельченных материалов.

45. Возможные нештатные ситуации при производстве носителей и катализаторов, меры их предотвращения или устранения.
46. Исследование реологических характеристик, механической прочности, дифференциальный термический анализ, рентгенофазовый анализ как методы обеспечения качества технологической разработок.
47. Исследование поверхностных кислотно-основных свойств, инфракрасная спектроскопия; электронная микроскопия; адсорбция как методы обеспечения качества технологической разработок.
48. Методическое, аппаратное и приборное обеспечение контроля эксплуатационных каталитических характеристик.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 45 мин.

### 3.2. Типовые задания для выполнения контрольных работ (ПК-1, ПК-5)

В процессе изучения курса «Горно-химическое сырьё» студенты выполняют 2 контрольные работы, которые включают ответы на теоретические вопросы и выполнение расчетных заданий. Каждая работа является формой методической помощи студентам при изучении курса и выполняется индивидуально. Определение номера варианта контрольной работы следует проводить согласно данным, представленным в таблице 1. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается.

Таблица 1 – Выбор варианта задания контрольной работы

Две последние цифры шифра студенческого билета.	Номер варианта контрольной работы
01,26,51,76	1
02,27,52,77	2
03,28,53,78	3
04,29,54,79	4
05,30,55,80	5
06,31,56,81	6
07,32,57,82	7
08,33,58,83	8
09,34,59,84	9
10,35,60,85	10
11,36,61,86	11
12,37,62,87	12
13,38,63,88	13
14,39,64,89	14
15,40,65,90	15
16,41,66,91	16
17,42,67,92	17
18,43,68,93	18
19,44,69,94	18

20,45,70,95	20
21,46,71,96	21
22,47,72,97	22
23,48,73,98	23
24,49,74,99	24
25,50,75,00	25

### **Контрольная работа №1**

#### **Вариант №1**

1. Способы определения алюминия в силикатных породах.
2. Флотационно-автоклавный метод переработки сырья

### **Контрольная работа №2**

#### **Вариант №1**

1. Калийсодержащие удобрения, выпускаемые промышленностью
2. Кристаллохимические особенности фосфатных руд.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СПбГТИ 016–2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.