

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 26.06.2023 15:34:03  
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  
« 24 » мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Технология оксидов и гидроксидов алюминия**

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.А. Лаврищева

Рабочая программа дисциплины «Технология оксидов и гидроксидов алюминия»  
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.....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	08
3. Объем дисциплины .....	08
4. Содержание дисциплины .....	09
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	09
4.2. Занятия лекционного типа.....	09
4.3. Занятия семинарского типа .....	09
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	09
4.3.2. Лабораторные занятия .....	010
4.4. Самостоятельная работа .....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
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 .....	14
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-2</b> Способен использовать знания о составе, технологии производства и оценки качества производимой продукции.</p>	<p><b>ПК-2.5</b> Разработка новых и совершенствование существующих носителей и катализаторов</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные показатели технического уровня технологических решений;</li> <li>– требования и порядок разработки и оформления технологической документации и паспортизации продукции с учетом обеспечения патентной чистоты новых проектных решений;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выявлять критерии патентоспособности технологических разработок;</li> <li>– работать с нормативными изданиями, технологической и конструкторской документацией и разрабатывать ее;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выявления существенных отличий новых решений от известных аналогов, оценки патентной чистоты и технического уровня разработки;</li> <li>– навыками разработки проектов технологической и конструкторской документации на экспериментальную продукцию.</li> </ul>
	<p><b>ПК-2.6</b> Оценка качества оксидов и гидроксидов алюминия</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные свойства гидроксидов и оксидов алюминия;</li> <li>– методы оценки характеристик гидроксидов и оксидов алюминия;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять фазовый состав и дисперсность гидроксидов и оксидов алюминия по данным методов рентгенофазового и термического анализа;</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– вычислять величины удельной поверхности и объема пор по данным исследования пористой структуры;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками определения характеристик пористой структуры и прочности гранул оксидов и гидроксидов алюминия;</li> <li>– навыками определения кислотно-основных свойств поверхности оксидов и гидроксидов алюминия.</li> </ul>
<p><b>ПК-4</b> Способен анализировать причины брака и выпуска продукции низкого качества, разрабатывать мероприятия по его предупреждению</p>	<p><b>ПК-4.1</b> Применение знаний о составе, технологии изготовления и показателям качества носителей и катализаторов при их разработке и производстве</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– требования к показателям качества носителей и катализаторов, методам их оценки;</li> <li>– методы, средства и порядок технологического контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов при их разработке и производстве;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять обоснованный выбор технологических условий синтеза катализаторов традиционными и усовершенствованными методами;</li> <li>– обеспечивать контроль технологического процесса и качества катализаторов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками контроля технологического процесса и качества катализаторов;</li> <li>– навыками разработки предложений по предупреждению и устранению брака в производстве.</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ПК-4.2</b> Теоретические основы технологии оксидов и гидроксидов алюминия</p>	<p><b>Знать:</b> – сырьевую базу в технологии гидроксидов и оксидов алюминия, модификации гидроксидов и оксидов алюминия;</p> <p><b>Уметь:</b> – выбирать нужную модификацию гидроксидов и оксидов алюминия в зависимости от целевого применения;</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками сопоставительного анализа сырья и продуктов технологии гидроксидов и оксидов алюминия.</p>
	<p><b>ПК-4.3</b> Технологии производства оксидов и гидроксидов алюминия</p>	<p><b>Знать:</b> – промышленные технологии получения гидроксидов и оксидов алюминия; – основные закономерности технологии получения формованных продуктов на основе гидроксидов и оксидов алюминия;</p> <p><b>Уметь:</b> – рассчитывать материальный баланс получения гидроксидов и оксидов алюминия; – рассчитывать технологические параметры формования гранул гидроксида алюминия;</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками получения гидроксидов алюминия различными методами; – навыками получения сорбентов или носителей на основе оксида алюминия.</p>
	<p><b>ПК-4.4</b> Управление процессами технологии оксидов и гидроксидов алюминия с целью обеспечения заданных свойств продуктов</p>	<p><b>Знать:</b> – взаимосвязь между условиями получения гидроксидов и оксидов алюминия и конечными характеристиками продуктов;</p> <p><b>Уметь:</b> – подбирать условия ведения процессов</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p>получения гидроксидов и оксидов алюминия с целью обеспечения заданных свойств;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками управления процессами получения гидроксидов и оксидов алюминия.</p>

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

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.01.02), и изучается на 5 курсе (зимняя и летняя сессий).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая 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 «Технология оксидов и гидроксидов алюминия» знания, умения и навыки могут быть использованы 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>5/180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>16</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.:	10
семинары, практические занятия (в т.ч. на практическую подготовку)	4 (4)
лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)	6 (6)
курсовое проектирование (КР или КП)	2
КСР	–
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>155</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (К/р, реферат, РГР, эссе)	3 Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КП, 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.	Гидроксиды и оксиды алюминия в химической технологии	-	-	-	50	ПК-2 ПК-4	ПК-2.5 ПК-2.6 ПК-4.4
2.	Технологии получения гидроксидов и оксидов алюминия	2	2		50	ПК-2 ПК-4	ПК-2.6 ПК-4.1 ПК-4.2
3.	Свойства гидроксидов и оксидов алюминия и методы их исследования	2	2	6	55	ПК-2 ПК-4	ПК-2.6 ПК-4.3

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Технологии получения гидроксидов и оксидов алюминия.</u> Переосаждение гидроксида алюминия. Схемы переосаждения: алюминатная, нитратная, сульфатная, карбонизация. Периодическое и непрерывное осаждение. Влияние параметров переосаждения на свойства продукта.	2	ЛВ
3	<u>Свойства гидроксидов и оксидов алюминия и методы их исследования.</u> Основные характеристики гидроксидов и оксидов алюминия: фазовый состав и дисперсность, пористая структура, свойства поверхности, характеристики гранул.	12	ЛВ

##### 4.3. Занятия семинарского типа.

###### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

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

дисциплины		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2	Расчет материального баланса получения гидроксида и/или оксида алюминия методом переосаждения	2	2	КтСм
3	Определение объемов микро-, мезо- и макропор по данным исследования пористой структуры	2	2	Групповая дискуссия

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
3	Определение удельной поверхности и объема пор алюмооксидного носителя	2	2	Групповая дискуссия
3	Определение кислотно-основных свойств поверхности алюмооксидного носителя	2	2	Групповая дискуссия
3	Определение прочности и насыпной плотности гранул алюмооксидного носителя	2	2	Групповая дискуссия

#### 4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Сырьевая база в технологии гидроксидов и оксидов алюминия. Металлургический и неметаллургический оксид алюминия. Модификации гидроксидов алюминия (гиббсит, байерит, бемит и псевдобемит, диаспор) и оксидов алюминия ( $\chi$ -, $\gamma$ -, $\eta$ -, $\rho$ -, $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ и др.), их характеристики. Применение оксидов и гидроксидов алюминия в промышленности: сорбенты, катализаторы и носители катализаторов. Процессы с участием оксидов алюминия как катализаторов и носителей катализаторов. Значение гидроксидов и оксидов алюминия в мировой и отечественной промышленности	50	Контрольная работа № 1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Получение технического глинозема из рудного сырья. Термохимическая активация (ТХА). Схемы ТХА: флэш-дегидратация, центробежная активация. Регидратация продукта ТХА. Влияние сырья и параметров регидратации на свойства продукта. Формование гидроксида алюминия. Экструзионное и жидкостное формование, окатывание, таблетирование. Пептизаторы, пластификаторы, выгорающие добавки. Термическая обработка гидроксида алюминия. Влияние состава и дисперсности гидроксида алюминия на полиморфные термические превращения. Формирование пористой структуры оксида алюминия при термической обработке. Модификации гидроксидов и оксидов алюминия	30	Контрольная работа № 2
2	Производство технического гидроксида алюминия по методу Байера.	10	Контрольная работа № 2
2	Альтернативные методы в технологии гидроксидов и оксидов алюминия: золь-гель метод, механохимическая активация	10	Контрольная работа № 2
3	Методы исследования фазового состава и дисперсности: рентгенофазовый анализ, термический анализ, ИК-спектроскопия, лазерная дифракция, электронная микроскопия. Методы исследования пористой структуры: определение удельной поверхности по методу тепловой десорбции азота, объема пор (суммарного объема пор, предельного объема сорбционного пространства, объема макропор), кажущейся плотности. Методы определения кислотно-основных свойств поверхности: индикаторный метод, адсорбционные методы. Прочие методы исследования свойств гранул: определение прочности на раздавливание и на истирание, насыпной плотности, потерь при прокаливании. Модели пористой структуры сорбентов, катализаторов и носителей катализаторов на основе оксидов и гидроксидов алюминия	55	Контрольная работа № 3

### **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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

Курсовой проект предусматривает проверку освоения практических навыков, предусмотренных компетенциями.

Примерные темы курсового проекта:

1. Расчет реактора переосаждения гидроксида алюминия заданной производительности.

2. Расчет колонны термохимической активации гиббсита заданной производительности.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами (заданиями) для проверки знаний.

При сдаче экзамена обучающийся получает три вопроса из перечня вопросов (время на выполнение – 45 минут).

Пример варианта вопросов на экзамене:

#### **Вариант № 1**

1. Получение технического глинозема из рудного сырья по методу Байера.
2. Пептизаторы, применяемые при формовании: кислоты, соли, основания.
3. Измерение удельной поверхности гидроксидов и оксидов алюминия.

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. Ивахнюк, Г.К. Активный оксид алюминия: учебное пособие / Г.К. Ивахнюк, Н.Ф. Федоров; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра инженерной защиты окружающей среды. – Санкт-Петербург: Менделеев, 2014. – 75 с. – ISBN 978-5-94922-038-2

2. Добкина, Е.И. Пористая структура катализаторов и адсорбентов: учебное пособие / Е.И. Добкина, Л.А. Нефедова, С.А. Лаврищева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии катализаторов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 24 с.

3. Мальцева, Н.В. Исследование влагопоглотительной способности катализаторов: методические указания / Н.В. Мальцева, Т.А. Вишневская, Ю.В. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 49 с.

4. Мальцева, Н.В. Определение механической прочности наноструктурированных пористых тел: катализаторов, носителей и сорбентов: методические указания к лабораторным работам / Н.В. Мальцева, Ю.В. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 58 с.

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

5. Химическая технология неорганических веществ: учебное пособие: в 2 частях. Кн. 1 / Под редакцией Т.Г. Ахметова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 688 с. – ISBN 978-5-8114-2332-3 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

6. Мальцева, Н.В. Определение механической прочности дисперсных пористых тел: катализаторов, носителей и сорбентов: методические указания к лабораторным работам / Н.В. Мальцева, Ю.В. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии катализаторов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 57 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 «Технология оксидов и гидроксидов алюминия» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 018–2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

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.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044–2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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  
«Технология оксидов и гидроксидов алюминия»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-2</b>	<b>Способен использовать знания о составе, технологии производства и оценки качества производимой продукции</b>	промежуточный
<b>ПК-4</b>	<b>Способен анализировать причины брака и выпуска продукции низкого качества, разрабатывать мероприятия по его предупреждению</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-4.1</b> Применение знаний о составе, технологии изготовления и показателям качества носителей и катализаторов при их разработке и производстве	<b>Знает</b> требования к показателям качества носителей и катализаторов, методам их оценки	Вопросы к экзамену № 1-4, выполнение курсового проекта	Перечисляет показателям качества носителей и катализаторов и методы их оценки	Перечисляет достоинства и недостатки современных методов оценки качества носителей и катализаторов	Знает условия внедрения в аналитическую базу производства катализаторов высокотехнологического оборудования
	<b>Знает</b> методы, средства и порядок технологического контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов при их разработке и производстве	Вопросы к экзамену № 5-14, выполнение курсового проекта	Перечисляет методы, средства и порядок технологического контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов	Перечисляет преимущества и недостатки различных методов и средств контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов	Перечисляет передовое аналитическое оборудование, которое может быть рекомендовано к внедрению
	<b>Умеет</b> выполнять обоснованный выбор технологических условий синтеза катализаторов традиционными и усовершенствованными методами	Вопросы к экзамену № 15-19, выполнение курсового проекта	Выполняет обоснованный выбор технологических условий синтеза катализаторов традиционными методами	Выполняет обоснованный выбор технологических условий синтеза катализаторов с применением усовершенствованных методов	Прогнозирует изменение технологических условий синтеза при изменении качества сырья
	<b>Умеет</b> обеспечивать контроль технологического процесса и качества катализаторов	Вопросы к экзамену № 15-19, выполнение курсового проекта	Составляет схему контроля параметров технологического процесса	Выбирает оборудование для автоматизированного контроля процесса	Составляет блок-схему интеллектуального контроля процесса
	<b>Владеет</b> навыками контроля технологического процесса и качества катализаторов	Вопросы к экзамену № 46-50, выполнение курсового проекта	Выбирает диапазоны изменения управляющих параметров	Выбирает истинные диапазоны изменения управляющих параметров технологического	Разрабатывает план мероприятий по усовершенствованию схемы контроля

			технологического процесса с малыми погрешностями	процесса	управляющих параметров процесса
	<b>Владеет</b> навыками разработки предложений по предупреждению и устранению брака в производстве	Вопросы к экзамену № 46-50, выполнение курсового проекта	Составляет перечень возможных неполадок и вероятных аварийных ситуаций	Составляет иерархию отказов и рассчитывает вероятность технологических отказов и аварийных ситуаций	Разрабатывает стратегию снижения вероятности отказов и возможных аварийных ситуаций
<b>ПК-4.2</b> Теоретические основы технологии оксидов и гидроксидов алюминия	<b>Знает</b> сырьевую базу в технологии гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 1-4	Перечисляет основные виды алюминийсодержащего сырья	Знает химический состав различных видов алюминийсодержащего сырья	Знает преимущества и недостатки различного сырья и особенности его переработки в зависимости от состава
	<b>Знает</b> модификации гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 5-14	Перечисляет основные модификации гидроксидов и оксидов алюминия	Различает модификации гидроксидов и оксидов алюминия	Знает особенности кристаллической структуры гидроксидов и оксидов алюминия
	<b>Умеет</b> выбирать нужную модификацию гидроксидов и оксидов алюминия в зависимости от целевого применения	Вопросы к экзамену № 15-19	Знает основные области применения оксидов и гидроксидов алюминия	Обосновывает причины того или иного применения данной модификации оксида или гидроксида алюминия	Правильно выбирает модификацию оксида или гидроксида алюминия, соответствующую назначению
	<b>Владеет</b> навыками сопоставительного анализа сырья и продуктов технологии гидроксидов и оксидов алюминия	Вопрос к экзамену № 20	С ошибками сопоставляет алюминийсодержащее сырье и способы его переработки	Корректно сопоставляет алюминийсодержащее сырье и способы его переработки	Способен самостоятельно анализировать виды сырья и предлагать оптимальные способы их переработки
<b>ПК-4.3</b> Технологии производства оксидов и гидроксидов алюминия	<b>Знает</b> промышленные технологии получения гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 21-30, выполнение курсового проекта	Перечисляет основные технологии получения оксидов и гидроксидов алюминия	Знает преимущества и недостатки различных технологий получения оксидов и гидроксидов алюминия	Правильно определяет влияние условий получения гидроксида алюминия на свойства продукта
	<b>Знает</b> основные закономерности технологии получения	Вопросы к экзамену № 31-39, выполнение	Перечисляет методы формования гранул гидроксида алюминия	Знает преимущества и недостатки различных методов формования	Правильно определяет влияние условий формования гидроксида

	формованных продуктов на основе гидроксидов и оксидов алюминия	курсового проекта		гидроксида алюминия	алюминия на свойства продукта
	<b>Умеет</b> рассчитывать материальный баланс получения гидроксидов и оксидов алюминия различными методами	Вопросы к экзамену № 40-42, выполнение курсового проекта	Ведет расчет показателей процесса получения гидроксидов и оксидов алюминия с допущением ошибок	Рассчитывает материальный баланс процесса без ошибок	Успешно формулирует выводы по рассчитанному материальному балансу процесса
	<b>Умеет</b> рассчитывать технологические параметры формования гранул гидроксида алюминия	Вопросы к экзамену № 43-45, выполнение курсового проекта	С ошибками ведет расчет параметров формования гидроксида алюминия	Рассчитывает показатели процесса формования без ошибок	Успешно формулирует выводы по результатам расчета показателей процесса
	<b>Владеет</b> навыками получения гидроксидов алюминия различными методами	Вопросы к экзамену № 46-48, выполнение курсового проекта	Выполняет с ошибками синтез гидроксида алюминия по заданному алгоритму действий	Демонстрирует хорошие навыки получения гидроксида алюминия по указаниям преподавателя	Демонстрирует понимание процесса и способность к самостоятельному его ведению
	<b>Владеет</b> навыками получения сорбентов или носителей на основе оксида алюминия	Вопросы к экзамену № 49-50, выполнение курсового проекта	Выполняет с ошибками формование гидроксида алюминия	Демонстрирует хорошие навыки формования гидроксида алюминия по алгоритму действий	Самостоятельно ведет формование гидроксида алюминия
<b>ПК-4.4</b> Управление процессами технологии оксидов и гидроксидов алюминия с целью обеспечения заданных свойств продуктов	<b>Знает</b> взаимосвязь между условиями получения гидроксидов и оксидов алюминия и конечными характеристиками продуктов	Вопросы к экзамену № 51-55	Знает рациональные диапазоны параметров синтеза и обработки гидроксида алюминия, при которых образуется продукт с заданными характеристиками	Различает процессы, протекающие при получении и термообработке гидроксида алюминия в данных условиях, и их влияние на продукт	Знает сущность и причины генезиса фазового состава и пористой структуры при получении гидроксида алюминия и его термообработке
	<b>Умеет</b> подбирать условия ведения процессов получения гидроксидов и оксидов алюминия с целью обеспечения заданных свойств	Вопросы к экзамену № 56-58	С ошибками подбирает условия ведения процессов получения гидроксидов алюминия	Подбирает условия ведения синтеза гидроксида алюминия по указаниям преподавателя	Самостоятельно подбирает условия ведения процессов получения гидроксидов алюминия
	<b>Владеет</b> навыками управления процессами	Вопрос к экзамену № 59	Управляет процессами получения гидроксидов	Демонстрирует хорошие навыки управления	Способен самостоятельно управлять процессами

	получения гидроксидов и оксидов алюминия		алюминия с ошибками	процессами получения гидроксидов алюминия	получения гидроксидов алюминия
<b>ПК-2.5</b> Разработка новых и совершенствование существующих носителей и катализаторов	<b>Знает</b> современные показатели технического уровня технологических решений	Вопросы к экзамену № 60-74, выполнение курсового проекта	Перечисляет основные показатели промышленных катализаторов, входящих в паспорт продукта	Грамотно осуществляет выбор показателей, определяющих конкурентную способность катализатора	Указывает допустимые диапазоны показателей функционирования катализаторов
	<b>Знает</b> требования и порядок разработки и оформления технологической документации и паспортизации продукции с учетом обеспечения патентной чистоты новых проектных решений	Вопросы к экзамену № 60-74, выполнение курсового проекта	Перечисляет требования к технической документации на изготовленный продукт	Перечисляет нормативные документы, позволяющие определить патентную чистоту разработки	Перечисляет последовательность утверждения технологической документации на разработанный катализатор
	<b>Умеет</b> выявлять критерии патентоспособности технологических разработок	Вопросы к экзамену № 75-78, выполнение курсового проекта	Осуществляет поверхностный патентный поиск (не более 5 лет, РФ)	Осуществляет глубокий патентный поиск (РФ и СССР)	Успешно осуществляет глобальный патентный поиск по теме технологической разработки
	<b>Умеет</b> работать с нормативными изданиями, технологической и конструкторской документацией и разрабатывать ее	Вопросы к экзамену № 75-78, выполнение курсового проекта	По имеющейся нормативной документации определяет требования к сырью	По имеющейся нормативной документации осуществляет выбор основного оборудования	Разрабатывает перечень возможных неполадок и путей их устранения
	<b>Владеет</b> навыками выявления существенных отличий новых решений от известных аналогов, оценки патентной чистоты и технического уровня разработки	Вопросы к экзамену № 80-85, выполнение курсового проекта	При выявлении отличий проектных решений некорректно выбирает прототип разработки	При выявлении отличий проектных решений не учитывает все известные аналоги	При выявлении отличий проектных решений корректно выбирает прототип разработки и учитывает все известные аналоги
	<b>Владеет</b> навыками разработки проектов технологической и	Вопросы к экзамену № 80-85, выполнение	Разрабатывает технологическую схему производства	Разрабатывает проект технологической карты производства	Разрабатывает проект технологического регламента производства

	конструкторской документации на экспериментальную продукцию	курсового проекта	катализатора	катализатора	катализатора
<b>ПК-2.6</b> Оценка качества оксидов и гидроксидов алюминия	<b>Знает</b> основные свойства гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 60-67	Перечисляет основные характеристики гидроксидов и оксидов алюминия	Знает рациональные диапазоны изменения характеристик гидроксидов и оксидов алюминия	Приводит конкретные примеры взаимосвязи характеристик гидроксидов и оксидов алюминия
	<b>Знает</b> методы оценки характеристик гидроксидов и оксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 68-74	Перечисляет основные методы оценки характеристик гидроксидов и оксидов алюминия	Правильно выбирает методы оценки тех или иных характеристик гидроксидов и оксидов алюминия	Самостоятельно формулирует перечень характеристик и соответствующих методов их оценки
	<b>Умеет</b> определять фазовый состав и дисперсность гидроксидов и оксидов алюминия по данным методов рентгенофазового и термического анализа	Вопросы к экзамену № 75-77	Сопоставляет пики на дифрактограммах и эффекты на термических кривых с соответствующими им фазами	Успешно обрабатывает данные рентгенофазового и/или термического анализа с получением количественных оценок фазового состава	Формулирует выводы о составе и дисперсности образца по данным дифрактограммам и/или термоаналитическим кривым
	<b>Умеет</b> определять величины удельной поверхности и объема пор по данным исследования пористой структуры	Вопросы к экзамену № 78-79	Вычисляет с ошибками характеристики пористой структуры по данным экспериментов	Вычисляет характеристики пористой структуры по данным опытов с помощью преподавателя	Самостоятельно определяет характеристики пористой структуры из опытных данных
	<b>Владеет</b> навыками определения характеристик пористой структуры и прочности оксидов и гидроксидов алюминия	Вопросы к экзамену № 80-84	Выполняет с ошибками определение параметров пористой структуры и прочности образца по указаниям	Демонстрирует хорошие навыки анализа пористой структуры и прочности по данному алгоритму	Демонстрирует понимание метода анализа и способность к самостоятельному его ведению
	<b>Владеет</b> навыками определения кислотно-основных свойств поверхности оксидов и гидроксидов алюминия	Вопрос к экзамену № 85	Выполняет с ошибками определение кислотно-основных свойств гидроксида или оксида алюминия по заданному алгоритму	Выказывает хорошие навыки получения гидроксида алюминия под руководством преподавателя	Демонстрирует понимание метода анализа и его сущности и способность к самостоятельному его ведению

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта и 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-4:

1. Виды алюминийсодержащего рудного сырья.
2. Бокситы. Химический состав, месторождения.
3. Нефелины, алуниты. Химический состав, месторождения.
4. Каолины. Химический состав, месторождения.
5. Номенклатура гидроксидов и оксидов алюминия, их взаимосвязь.
6. Тригидроксиды алюминия: гиббсит, байерит, нордстрандит. Особенности структуры.
7. Оксигидроксиды алюминия: бемит и диаспор. Особенности структуры.
8. Аморфный гидроксид алюминия. Особенности структуры, характеристики и применение.
9. Технический гиббсит. Характеристики и применение.
10. Псевдобемит (гелеобразный бемит). Характеристики и применение.
11. Корунд  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Особенности структуры, характеристики и применение.
12. Активные оксиды алюминия:  $\chi$ -,  $\gamma$ -,  $\eta$ -,  $\kappa$ -,  $\delta$ -,  $\theta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Особенности структуры.
13. Активные оксиды алюминия:  $\chi$ -,  $\gamma$ -,  $\eta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Характеристики и применение.
14. Аморфный оксид алюминия  $\rho$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Характеристики и применение.
15. Применение оксидов и гидроксидов алюминия в качестве сорбентов.
16. Применение оксидов и гидроксидов алюминия в качестве катализаторов.
17. Применение оксидов и гидроксидов алюминия в качестве носителей катализаторов процессов химической промышленности.
18. Применение оксидов и гидроксидов алюминия в качестве носителей катализаторов процессов нефтеперерабатывающей промышленности.
19. Применение оксидов и гидроксидов алюминия в качестве носителей катализаторов процессов очистки газов.
20. Сравнительная оценка видов алюминийсодержащего сырья и путей их переработки.
21. Получение технического глинозема из рудного сырья по методу Байера.
22. Получение технического глинозема из рудного сырья по методу спекания.
23. Получение гидроксида алюминия из технического глинозема. Основные стадии.
24. Получение гидроксида алюминия методом переосаждения. Основные стадии.
25. Схемы переосаждения гидроксида алюминия: нитратная, сульфатная, алюминатная и др.
26. Влияние условий переосаждения гидроксида алюминия на свойства оксида алюминия.
27. Получение гидроксида алюминия методом термохимической активации гиббсита.
28. Влияние сырья и условий регидратации продукта ТХА гиббсита на свойства оксида алюминия.
29. Получение гидроксида алюминия методом механохимической активации гиббсита.
30. Получение гидроксида алюминия путем гидролиза алюминийорганических соединений.
31. Гранулирование гидроксида алюминия в процессе получения алюмооксидного продукта. Способы формования: экструзия, окатывание, таблетирование и др.
32. Экструзионное формование гидроксида алюминия. Типы экструдеров: плунжерные, шнековые, дисковые.
33. Жидкостное формование гидроксида алюминия.
34. Подготовка формовочной массы к экструзии. Реологические свойства формовочных масс.
35. Пептизация гидроксида алюминия при формовании. Механизм пептизации.

36. Пептизаторы, применяемые при формовании: кислоты, соли, основания.
37. Высокомолекулярные органические вещества, применяемые при формовании.
38. Выгорающие добавки, применяемые при формовании.
39. Контролируемые параметры формовочных масс и гранул.
40. Расчёт материального баланса получения технического глинозема из рудного сырья по методу Байера.
41. Расчёт материального баланса получения гидроксида алюминия и оксида алюминия на его основе методом переосаждения.
42. Расчёт материального баланса получения гидроксида алюминия и оксида алюминия на его основе методом термохимической активации гиббсита.
43. Определение количества воды, вводимой при формовании, по известной влажности массы.
44. Определение количества пептизатора, вводимого при формовании, по известной величине пептизационного эквивалента.
45. Расчет влажности приготовленной формовочной массы.
46. Ход процесса переосаждения гидроксида алюминия с целью получения псевдобемита.
47. Ход процесса переосаждения гидроксида алюминия с целью получения байерита.
48. Ход процесса регидратации продукта термохимической активации гиббсита с целью получения псевдобемита.
49. Ход формования гидроксида алюминия с целью получения гранулированного продукта.
50. Ход термообработки гранул гидроксида алюминия с целью получения алюмооксидного сорбента, катализатора или носителя катализатора.
51. Процессы кристаллизации гидроксида алюминия при его осаждении в различных условиях.
52. Старение, отмывка и фильтрация гидроксида алюминия при его осаждении.
53. Полиморфные превращения при сушке и термообработке гидроксида алюминия.
54. Генезис пористой структуры при сушке и термообработке гидроксида алюминия.
55. Гидротермальный синтез. Влияние условий гидротермального синтеза на фазовый состав и пористую структуру гидроксида алюминия.
56. Влияние условий различных стадий осаждения гидроксида алюминия на свойства конечного продукта.
57. Влияние условий различных стадий термохимической активации на свойства конечного продукта.
58. Влияние условий термообработки гидроксида алюминия на свойства конечного продукта.
59. Управление процессами получения гидроксида алюминия, контролируемые параметры.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

60. Фазовый состав гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования.
61. Дисперсность и морфология частиц гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования.
62. Пористая структура гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования.
63. Удельная площадь поверхности гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования.
64. Объем микро-, мезо- и макропор гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования.
65. Истинная, кажущаяся и насыпная плотность гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования.

66. Механическая прочность гранул гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования.
67. Кислотно-основные свойства поверхности гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования.
68. Рентгенофазовый анализ в исследовании гидроксидов и оксидов алюминия.
69. Термический анализ (дифференциально-термический и термогравиметрический) в исследовании гидроксидов и оксидов алюминия.
70. ИК-спектроскопия в исследовании гидроксидов и оксидов алюминия.
71. Лазерная дифракция частиц в исследовании гидроксидов и оксидов алюминия.
72. Электронная микроскопия в исследовании гидроксидов и оксидов алюминия.
73. Анализ пористой структуры методом тепловой десорбции азота.
74. Анализ пористой структуры методом ртутной порометрии.
75. Качественное и количественное определение фазового состава гидроксидов и оксидов алюминия методом рентгенофазового анализа.
76. Качественное и количественное определение фазового состава гидроксидов и оксидов алюминия методом термического анализа.
77. Качественное и количественное определение дисперсности частиц гидроксидов и оксидов алюминия методами рентгенофазового и термического анализа.
78. Расчёт величины удельной поверхности гидроксидов и оксидов алюминия по данным метода тепловой десорбции азота.
79. Расчёт величин объема различных пор гидроксидов и оксидов алюминия по данным различных методов.
80. Измерение удельной поверхности гидроксидов и оксидов алюминия методом тепловой десорбции азота.
81. Измерение объем различных пор гидроксидов и оксидов алюминия различными методами.
82. Определение прочности на раздавливание гранул гидроксидов и оксидов алюминия.
83. Определение прочности на истирание гранул гидроксидов и оксидов алюминия.
84. Определение насыпной плотности гранул гидроксидов и оксидов алюминия.
85. Определение кислотно-основных характеристик поверхности гидроксидов и оксидов алюминия индикаторным методом.

При сдаче экзамена обучающийся получает три вопроса из банка вопросов (время на выполнение 45 минут). Экзамен проводится в компьютерном классе с использованием виртуальной среды обучения LMS Moodle.

### 3.2. Типовые задания для выполнения контрольных работ (ПК-2, ПК-4)

В процессе изучения курса «Технология оксидов и гидроксидов алюминия» 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
1136,61,86	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. Модификации гидроксидов алюминия.
2. Оксид алюминия как носитель катализатора гидроочистки дизельного топлива

### **Контрольная работа №2**

#### **Вариант №1**

1. Термическая обработка гидроксида алюминия
2. Формирование пористой структуры оксида алюминия при термической обработке.

### **Контрольная работа №3**

#### **Вариант №1**

1. Прочность оксидов алюминия на раздавливание
2. Формирование мелкосферических гранул оксида алюминия.

### **4. Темы курсовых работ.**

1. Расчет реактора периодического осаждения гидроксида алюминия заданной производительности по алюминатной схеме.
2. Расчет реактора непрерывного осаждения гидроксида алюминия заданной производительности по алюминатной схеме.

3. Расчет реактора периодического осаждения гидроксида алюминия заданной производительности по сульфатной схеме.
4. Расчет реактора непрерывного осаждения гидроксида алюминия заданной производительности по сульфатной схеме.
5. Расчет реактора непрерывного осаждения гидроксида алюминия заданной производительности по нитратной схеме.
6. Расчет реактора непрерывного осаждения гидроксида алюминия заданной производительности методом карбонизации.
7. Расчет колонны термохимической активации гиббсита заданной производительности.
8. Расчет автоклава для гидротермальной регидратации продукта термохимической активации гиббсита заданной производительности.
9. Расчет Z-образного смесителя для формования гидроксида алюминия заданной производительности.
10. Расчет печи прокаливания гидроксида алюминия заданной производительности.

**5. 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.