

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 27.10.2023 13:43:54  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 23 » апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАВОДОВ ПО**  
**ПРОИЗВОДСТВУ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ СОРБЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**Технология сорбентов и процессов газо- и водоочистки на их основе**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Доцент Далидович В.В.

Рабочая программа дисциплины «Оборудование и основы проектирования заводов по производству материалов и изделий сорбционной техники» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники протокол от « 12 » апреля 2021 № 6

Заведующий кафедрой

В.В. Самонин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от « 20 » апреля 2021 № 9

Председатель

М.В. Рутто

### 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 .....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	07
4.2. Занятия лекционного типа .....	08
4.3. Занятия семинарского типа .....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.3.2. Лабораторные занятия .....	11
4.4. Самостоятельная работа .....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	13
10.2. Программное обеспечение .....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14

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 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-4</b> Способен проводить технологические и материальные расчеты производства, подбирать основное оборудование для проектирования технологии производства материалов и изделий сорбционной техники</p>	<p><b>ПК-4.2</b> Выполнение расчетного обоснования подбора основного оборудования при проектировании производств материалов и изделий сорбционной техники</p>	<p><b>Знать:</b> устройство и принцип работы основного технологического оборудования сорбционных производств, методику расчета основного технологического оборудования производства материалов и изделий сорбционной техники (ЗН-1); <b>Уметь:</b> подбирать основное технологическое оборудование при курсовом проектировании (У-1); <b>Владеть:</b> методикой расчета основного технологического оборудования сорбционных производств (Н-1)</p>
<p><b>ПК-4</b> Способен проводить технологические и материальные расчеты производства, подбирать основное оборудование для проектирования технологии производства материалов и изделий сорбционной техники</p>	<p><b>ПК-4.3</b> Проведение технологических и материальных расчетов производства материалов и изделий сорбционной техники</p>	<p><b>Знать:</b> принципы и последовательность расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники (ЗН-2); математический аппарат расчета мощности производства (ЗН-3); расчета мощности и числа единиц основного технологического оборудования (ЗН-4) <b>Уметь:</b> проводить расчет материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники (У-2); расчет мощности производства (У-3); расчет мощности и числа единиц основного технологического оборудования (У-4)</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p><b>Владеть:</b>  методикой расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники (Н-2);  методикой расчета мощности производства (Н-3);  методикой расчета мощности и числа единиц основного технологического оборудования (Н-4)</p>
<p><b>ПК-4</b>  Способен проводить технологические и материальные расчеты производства, подбирать основное оборудование для проектирования технологии производства материалов и изделий сорбционной техники</p>	<p><b>ПК-4.4</b>  Описание технологических схем получения или применения сорбционных материалов и изделий на их основе</p>	<p><b>Знать:</b>  состав и содержание общей пояснительной записки, последовательность постадийного описания технологической схемы производства (ЗН-5);  графическое оформление технологической схемы производства (ЗН-6)</p> <p><b>Уметь:</b>  разрабатывать и оформлять рабочую документацию (чертежи технологической схемы производства) (У-5);  разрабатывать и оформлять состав и содержание общей пояснительной записки (У-6)</p> <p><b>Владеть:</b>  алгоритмом разработки графического изображения технологической схемы производства (Н-5)</p>
	<p><b>ПК-4.6</b>  Разработка технологической схемы процесса получения (применения) сорбирующих материалов и изделий на их основе</p>	<p><b>Знать:</b>  методику разработки предварительной технологической схемы производства и выбора окончательной технологической схемы (ЗН-7);  графическое оформление технологической схемы производства (ЗН-8);</p> <p><b>Уметь:</b>  выполнять чертежи технологической схемы производства (У-7);</p> <p><b>Владеть:</b>  методикой выбора метода производства (Н-6)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.07), и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Прикладная механика», «Инженерная графика», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Физико-химические основы процессов сорбции», «Динамика сорбции», «Новое в химии и технологии сорбентов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Оборудование и основы проектирования заводов по производству материалов и изделий сорбционной техники» знания, умения и навыки могут быть использованы 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>72</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	18 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>72</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КП, Экзамен/36</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Понятие проектирования.	-	-	-	10	ПК-4	ПК-4.4 ПК-4.6
2.	Понятие предварительной и технологической схемы производства.	4	-	-	-	ПК-4	ПК-4.4 ПК-4.6
3.	Материальные и технологические расчеты. Оборудование для дробления и измельчения.	10	6	-	-	ПК-4	ПК-4.2 ПК-4.3
4.	Оборудование для приготовления паст и смешения. Формовочное оборудование. Сушильное оборудование.	14	-	-	-	ПК-4	ПК-4.2
5.	Оборудование для карбонизации.	4	6	-	-	ПК-4	ПК-4.2
6.	Оборудование процесса активации.	2	-	-	16	ПК-4	ПК-4.2
7.	Оборудование для воздушной сепарации. Оборудование для рассева и фракционирования. Оборудование процесса рекуперации. Оборудование фильтрования.	-	6	-	36	ПК-4	ПК-4.2
8.	Особенности подбора оборудования для производства нанопористых материалов и композиционных сорбирующих изделий.	2	-	-	10	ПК-4	ПК-4.2

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p>Разработка предварительной технологической схемы. Состав и оформление предварительной технологической схемы. Графическое изображение предварительной технологической схемы производства. Состав и оформление окончательного варианта технологической схемы производства. Чертежи технологической схемы производства, правила их выполнения.</p>	4	
3	<p>Режим работы проектируемого производства. Годовая и средняя суточная производительность. Коэффициент запаса производительности оборудования. Классификация оборудования. Универсальная методика расчета числа единиц и производительности оборудования для непрерывно действующих производств. Универсальная методика расчета числа единиц и производительности оборудования для периодически действующих производств</p> <p>Схема материальных потоков. Коэффициенты выхода продукта и полупродуктов по стадиям. Общий коэффициент выхода продукта по производству. Пример расчета материального баланса производства активного угля. Расходные коэффициенты по сырью и материальный индекс производства.</p> <p>Физико-механические основы измельчения: классификация процессов дробления и измельчения по исходному и конечному размеру куска материала, понятие степени измельчения, классификация процессов механического разрушения твердых материалов, классификация материалов по величине предела прочности на сжатие; классификация машин для дробления и измельчения твердых материалов; валковые, щековые и конусные дробилки, их классификация и методы расчета; метод подбора и расчета молотковых дробилок, типы молотков; шаровые барабанные мельницы</p>	10	ЛПК
4	<p>Физико-химические основы процесса смешения, понятие процессов размешивания, смешения, сегрегации, механизм смешения порошковых материалов со связующим, оценка качества смесей и пасты; машины непрерывного и периодического действия: классификация по типу применяемого смесителя, общая классификация смесителей по основным пяти признакам; основные конструкции</p>	14	ЛПК



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>и выбор смесительных машин</p> <p>Физико-химические основы процессов формования: классификация способов структурного гранулирования; структурообразование в пастах, прессовое гранулирование, стадии процесса прессового гранулирования, пластикация; устройство и работа шнекового гранулятора, классификация «червячных» машин по диаметру шнека; механизм нагнетания пластичной массы «червяком» и особенности формирования пористой структуры гранулированных углеродных материалов при формовании экструзией; методы повышения плотности и механической прочности гранул при формовании экструзией, формула Чари; методика расчета шнек-пресса, подбор и определение геометрии «червяка»; гранулирование окатыванием, таблетирование; классификация оборудования для формования пастообразных масс: шнековые, роторные грануляторы формования, тарельчатый гранулятор окатывания, реакторно-смесительные установки непрерывного действия типа СН</p> <p>Физико-химические основы сушки и карбонизации (изменения структуры формованных углеродных материалов в процессе сушки и карбонизации, стадии карбонизации; особенности и назначение термоокислительной сушки; типы сушильных установок: принцип действия и классификация барабанных аппаратов; характер движения материала в барабанном аппарате; общая методика расчета сушильной установки, алгоритм расчета барабанной сушилки; материальный и тепловой баланс сушильной установки; расчет количества теплоносителя при конвективной сушке.</p>		
5	<p>Печи карбонизации с внутренним обогревом, методика расчета; материальный и тепловой балансы процесса карбонизации; методы теплового расчета барабанных печей (проверка по теплонапряженности); печи карбонизации с внешним обогревом (муфельные), особенности конструкции и методика расчета.</p>	4	
6	<p>Расчет состава газов активации; печи активации с внутренним обогревом, методика расчета; материальный и тепловой балансы процесса активации</p>	2	
8	<p>Особенности подбора оборудования для производства нанопористых материалов и композиционных сорбирующих изделий.</p>	2	ЛПК

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
3	Материальные расчеты Составление схемы материальных потоков по заданной технологии. Расчет материального баланса производства активного угля заданной марки, силикагеля, цеолита, химического поглотителя, гопкалита. Определение расходных коэффициентов по сырью и материального индекса производства.	4	2	Кр.ст.
3	Технологические расчеты Расчет числа единиц и производительности основного технологического оборудования для непрерывно действующих и периодических сорбционных производств.	2		Кр.ст.
5	Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации Расчет теплового и материального баланса барабанной сушилки, определение габаритных размеров сушилки, ее производительности, расчет количества теплоносителя при конвективной сушке. Расчет печи карбонизации с внутренним обогревом, материальный и тепловой балансы процесса карбонизации, проверочный расчет барабанных печей по теплонапряженности	6	2	
7	Оборудование для воздушной сепарации. Оборудование процесса рекуперации. Расчет материального и теплового баланса процесса рекуперации	6		Кр.ст.

### 4.3.2. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Теоретические основы проектирования. Понятие проектирования, как области науки.	10	-
6	Материальный и тепловой балансы процесса активации.	16	-
7	Воздушно-проходные сепараторы. Оборудование процесса рекуперации. Оборудование для разделения материалов по степени дисперсности: основные типы оборудования (грохоты, сита); оценка эффективности; методы расчета. Классификация фильтровального оборудования; методика расчета и выбора фильтра; режимы работы; устройство и работа ФПАКМ	36	-
8	Особенности подбора оборудования для производства нанопористых материалов и композиционных сорбирующих изделий. Оборудование для получения наноразмерных нанопористых материалов методами плазменно-конденсационного синтеза, мокрого соосаждения, кристаллизации. Оборудование для получения наноразмерных нанопористых изделий методом спекания, формования со связующим и без с последующей термообработкой. Оборудование для производства композиционных сорбирующих изделий.	10	-

### 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: <https://media.technolog.edu.ru>

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

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

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

#### Вариант 1

1. Проектирование, как синтез научных методов и творческого подхода. Цели и задачи проектирования. Методика проектирования. Предварительные, основные и проверочные действия.
2. Оборудование для приготовления паст и смешения. Основные конструкции и выбор смесительных машин.
3. Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации. Методы теплового расчета барабанных печей (проверка по теплонапряженности).

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 учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

#### а) печатные издания:

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию/ Г.С.Борисов, В.П.Брыков, Ю.И.Дытнерский [и др.]; Под ред. Ю.И.Дытнерского. – Москва: Альянс, 2015. – 496с. ISBN 978-5-903034-87-1.
2. Романков, П.Г. Массообменные процессы в химической технологии: учебное пособие для вузов/ П.Г.Романков, В.Ф.Фролов, О.М.Флисюк; Под ред В.Ф.Фролова. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2011. - 438 с. ISBN 978-5-93808-194-9.

#### б) электронные учебные издания:

1. Григорьева, Л.В. Методика расчета материального баланса производств сорбирующих материалов, производительности и числа единиц технологического оборудования: учебное пособие/ Л.В.Григорьева, В.В.Далидович; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технический Университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. -29 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 10.11.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Далидович, В.В. Расчет материального и теплового баланса рекуперационных процессов: учебное пособие/ В.В.Далидович, Л.В.Григорьева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технический Университет), Кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 47 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 10.11.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Григорьева, Л.В. Методика расчета материального баланса производства наноструктурированных материалов сорбционной техники, производительности и числа единиц технологического оборудования: учебное пособие/ Л.В.Григорьева, В.В.Далидович; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технический Университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. -31 с. // СПбГТИ. Электронная

библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 10.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Далидович, В.В. Вращающиеся барабанные пламенные печи: методические указания/ В.В.Далидович, Л.В.Григорьева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технический Университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2008. -27с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 14.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. 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/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Оборудование и основы проектирования заводов по производству материалов и изделий сорбционной техники» 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(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

СТО СПбГТИ(ТУ) 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 является:

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 ЭИОС.

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

Программное обеспечение практики включает необходимые программы и пакеты

программ:

стандартные программные продукты пакета «Apache\_ OpenOffice».

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для ведения лекционных и практических занятий используются учебные аудитории, оснащенные мебелью, проектором BenQ MX518, ноутбуками HP Compaq Presario в количестве 2 штук, проектором Vivitek D508 DLP, проекционными экранами в количестве 2 штук, пульта для управления презентацией, досками, на 20-30 посадочных мест.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 «Оборудование и основы проектирования заводов по производству материалов  
и изделий сорбционной техники»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-4	Способен проводить технологические и материальные расчеты производства, подбирать основное оборудование для проектирования технологии производства материалов и изделий сорбционной техники	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)
ПК-4.2 Выполнение расчетного обоснования подбора основного оборудования при проектировании производств материалов и изделий сорбционной техники	<b>Рассказывает</b> устройство и принцип работы основного технологического оборудования сорбционных производств, <b>приводит последовательность и формулы</b> расчета основного технологического оборудования производства материалов и изделий сорбционной техники (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы №10-49, 53-55 к экзамену	<b>Рассказывает</b> устройство и принцип работы основного технологического оборудования сорбционных производств	<b>Рассказывает</b> устройство и принцип работы основного технологического оборудования сорбционных производств, <b>приводит последовательность и формулы</b> расчета основного технологического оборудования производства материалов и изделий сорбционной техники с ошибками	<b>Рассказывает</b> устройство и принцип работы основного технологического оборудования сорбционных производств, <b>приводит последовательность и формулы</b> расчета основного технологического оборудования производства материалов и изделий сорбционной техники
	<b>Рассчитывает и подбирает</b> основное технологическое оборудование при курсовом проектировании (У-1)	Правильные расчеты при выполнении и ответы на защите курсового проекта	<b>Подбирает</b> основное технологическое оборудование при курсовом проектировании исходя из мощности данной стадии материального баланса	<b>Рассчитывает и подбирает</b> основное технологическое оборудование при курсовом проектировании с незначительными ошибками	<b>Рассчитывает и подбирает</b> основное технологическое оборудование при курсовом проектировании
	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета основного технологического оборудования сорбционных	Правильные расчеты при выполнении и ответы на	<b>Выполняет алгоритм</b> механического расчета основного технологического	<b>Выполняет алгоритм</b> механического и теплового расчета основного	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета основного технологического оборудования



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	производств (Н-1)	защите курсового проекта	оборудования сорбционных производств	технологического оборудования сорбционных производств небольшими неточностями	сорбционных производств
ПК-4.3 Проведение технологических и материальных расчетов производства материалов и изделий сорбционной техники	<b>Перечисляет и рассказывает</b> принципы и последовательность расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы №50-52 к экзамену	<b>Перечисляет</b> последовательность расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники	<b>Перечисляет и рассказывает</b> принципы и последовательность расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники, но допускает 2-3 ошибки при приведении расчета постадийного выхода полупродукта	<b>Перечисляет и рассказывает</b> принципы и последовательность расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники
	<b>Приводит формулы</b> расчета мощности производства (ЗН-3);	Правильные ответы на вопросы № 6 к экзамену	<b>Приводит письменно формулы</b> расчета мощности производства, но не может объяснить принцип расчета	<b>Приводит письменно формулы</b> расчета мощности производства, но допускает ошибки в определении режима работы производства	<b>Приводит письменно формулы</b> расчета мощности производства с обоснованием режима работы производства
	<b>Приводит формулы и последовательность</b> расчета мощности и числа	Правильные ответы на вопросы № 7-	<b>Приводит последовательность</b> расчета мощности и	<b>Приводит отдельные формулы</b> расчета мощности и числа	<b>Приводит формулы и последовательность</b>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	единиц основного технологического оборудования (ЗН-4)	9 к экзамену	числа единиц основного технологического оборудования	единиц основного технологического оборудования	расчета мощности и числа единиц основного технологического оборудования, его принцип работы и назначение
	<b>Проводит</b> расчет материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники (У-2);	Правильные ответы на вопросы №50-52 к экзамену, правильные расчеты при выполнении и ответы на защите курсового проекта	<b>Проводит</b> расчет материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники, но путается в последовательности расчета	<b>Проводит</b> расчет материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники, но допускает ошибки в расчете суточной и часовой мощности производства	<b>Проводит</b> расчет материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники, расходных коэффициентов по сырью и материального индекса производства
	<b>Проводит</b> расчет мощности производства (У-3);	Правильные ответы на вопросы № 6 к экзамену, правильные расчеты при выполнении и ответы на защите курсового проекта	<b>Проводит</b> расчет мощности производства без учета режима работы производства	<b>Проводит</b> расчет мощности производства только для материалов сорбционной техники	<b>Проводит</b> расчет мощности производства для материалов и изделий сорбционной техники

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Проводит</b> расчет мощности и числа единиц основного технологического оборудования (У-4)	Правильные ответы на вопросы № 7-9 к экзамену, правильные расчеты при выполнении и ответы на защите курсового проекта	<b>Проводит</b> расчет мощности стандартного технологического оборудования, исходя из мощности производства	<b>Проводит</b> расчет мощности, числа единиц стандартного основного технологического оборудования	<b>Проводит</b> расчет мощности, числа единиц нестандартного основного технологического оборудования
	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники (Н-2);	Правильные ответы на вопросы №50-52 к экзамену	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета материального баланса производства материалов и изделий сорбционной техники
	<b>Демонстрирует</b> расчет мощности производства (Н-3);	Правильные ответы на вопросы № 6 к экзамену	<b>Пишет письменно</b> конечную формулу расчета мощности производства	<b>Демонстрирует последовательность</b> математического описания расчета мощности производства	<b>Демонстрирует последовательность</b> математического описания расчета мощности производства и отвечает на дополнительные вопросы
	<b>Показывает</b> расчет мощности и числа единиц основного технологического оборудования (Н-4)	Правильные ответы на вопросы № 7-9 к экзамену	<b>Выполняет алгоритм</b> общего расчета мощности и числа единиц основного	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета мощности и числа единиц основного	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета мощности и числа единиц основного

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			технологического оборудования	технологического оборудования по каждому виду оборудования	технологического оборудования с учетом особенностей работы этого оборудования
ПК-4.4 Описание технологических схем получения или применения сорбционных материалов и изделий на их основе	<b>Перечисляет</b> состав и содержание общей пояснительной записки, <b>рассказывает</b> последовательность постадийного описания технологической схемы производства (ЗН-5);	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену	<b>Перечисляет</b> состав и содержание общей пояснительной записки	<b>Перечисляет</b> состав и содержание общей пояснительной записки, <b>рассказывает</b> последовательность постадийного описания технологической схемы производства, но допускает ошибки	<b>Перечисляет</b> состав и содержание общей пояснительной записки, <b>рассказывает</b> последовательность постадийного описания технологической схемы производства
	<b>Рассказывает</b> содержание графического оформления технологической схемы производства (ЗН-6)	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену	<b>Рассказывает</b> содержание графического оформления технологической схемы производства с ошибками	<b>Рассказывает</b> содержание графического оформления технологической схемы производства с одной ошибкой	<b>Рассказывает</b> содержание графического оформления технологической схемы производства
	<b>Разрабатывает</b> и <b>оформляет</b> рабочую документацию (чертежи технологической схемы производства) (У-5);	Правильные расчеты при выполнении и ответы на защите курсового проекта	<b>Чертит</b> технологическую схему производства с ошибками в расположении аппаратуры и последовательности технологических	<b>Чертит</b> технологическую схему производства без учета высотного расположения основного технологического оборудования	<b>Чертит</b> технологическую схему производства

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			операций		
	<b>Разрабатывает и оформляет</b> состав и содержание общей пояснительной записки (У-6)	Правильные расчеты при выполнении и ответы на защите курсового проекта	<b>Разрабатывает и оформляет</b> состав и содержание общей пояснительной записки с пропуском отдельных пунктов	<b>Разрабатывает и оформляет</b> состав и содержание общей пояснительной записки, но допускает ошибки при оформлении	<b>Разрабатывает и оформляет</b> состав и содержание общей пояснительной записки
	<b>Выполняет алгоритм</b> разработки графического изображения технологической схемы производства (Н-5)	Правильные расчеты при выполнении и ответы на защите курсового проекта	<b>Выполняет алгоритм</b> разработки графического изображения технологической схемы производства в виде блок-схемы	<b>Выполняет алгоритм</b> разработки графического изображения технологической схемы производства с ошибками в оформлении чертежа	<b>Выполняет алгоритм</b> разработки графического изображения технологической схемы производства
ПК-4.6 Разработка технологической схемы процесса получения (применения) сорбирующих материалов и изделий на их основе	<b>Приводит последовательность</b> разработки предварительной технологической схемы производства и выбора окончательной технологической схемы (ЗН-7);	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену	<b>Приводит последовательность</b> разработки предварительной технологической схемы производства без выбора окончательной технологической схемы	<b>Приводит последовательность</b> разработки предварительной технологической схемы производства и выбора окончательной технологической схемы без обоснования выбора	<b>Приводит последовательность</b> разработки предварительной технологической схемы производства и выбора окончательной технологической схемы
	<b>Проводить</b> графическое оформление технологической схемы производства (ЗН-8);	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену	<b>Перечисляет</b> основные пункты графического оформления	<b>Перечисляет и рассказывает содержание</b> графического	<b>Перечисляет и рассказывает содержание</b> графического

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			технологической схемы производства	оформления технологической схемы производства с небольшими неточностями	оформления технологической схемы производства
	<b>Выполнять</b> чертежи технологической схемы производства (У-7);	Правильные расчеты при выполнении и ответы на защите курсового проекта	<b>Выполняет</b> чертежи технологической схемы производства не в полном объеме	<b>Выполняет</b> чертежи технологической схемы производства с небольшими ошибками	<b>Выполняет</b> чертежи технологической схемы производства в соответствии с требованиями ГОСТ
	<b>Алгоритм</b> выбора метода производства (Н-6)	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену	<b>Приводит алгоритм</b> выбора метода производства в виде перечисления принципов выбора метода производства	<b>Приводит</b> выбор метода производства без достаточного обоснования метода	<b>Приводит</b> обоснованный выбор метода производства

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:**

1. **Понятие проектирования. Этапы проектирования.** Проектирование, как синтез научных методов и творческого подхода. Цели и задачи проектирования. Методика проектирования. Предварительные, основные и проверочные действия.

2. **Понятие проектирования. Этапы проектирования.** Проектно-конструкторские предпосылки. Концепция. Операционная последовательность проектно-конструкторского процесса.

3. **Разработка предварительной технологической схемы и выбор метода производства. Окончательное оформление технологической схемы производства.** Постановка задачи. Разработка предварительной технологической схемы.

4. **Разработка предварительной технологической схемы и выбор метода производства. Окончательное оформление технологической схемы производства.** Принципиальная технологическая схема.

5. **Разработка предварительной технологической схемы и выбор метода производства. Окончательное оформление технологической схемы производства.** Окончательное оформление технологической схемы производства. Графическое изображение технологической схемы производства.

6. **Технологические расчеты.** Режим работы проектируемого производства. Годовая и средняя суточная производительность. Коэффициент запаса производительности оборудования.

7. **Технологические расчеты.** Общая классификация оборудования.

8. **Технологические расчеты.** Универсальная методика расчета числа единиц и производительности оборудования для непрерывно действующих производств.

9. **Технологические расчеты.** Универсальная методика расчета числа единиц и производительности оборудования для периодически действующих производств.

10. **Оборудование для дробления и измельчения.** Физико-механические основы измельчения: классификация процессов дробления и измельчения по исходному и конечному размеру куска материала, понятие степени измельчения, классификация процессов механического разрушения твердых материалов, классификация материалов по величине предела прочности на сжатие.

11. **Оборудование для дробления и измельчения.** Классификация машин для дробления и измельчения твердых материалов.

12. **Оборудование для дробления и измельчения.** Валковые дробилки, их классификация и методы расчета.

13. **Оборудование для дробления и измельчения.** Щековые дробилки, их классификация и методы расчета.

14. **Оборудование для дробления и измельчения.** Конусные дробилки, их классификация и методы расчета.

15. **Оборудование для дробления и измельчения.** Шаровые барабанные мельницы.

16. **Оборудование для дробления и измельчения.** Метод подбора и расчета молотковых дробилок, типы молотков.

17. **Оборудование для воздушной сепарации. Оборудования для рассева и фракционирования.** Оборудование для разделения материалов по степени дисперсности: основные типы оборудования (грохоты, сита), оценка их эффективности.

18. **Оборудование для воздушной сепарации. Оборудования для рассева и фракционирования.** Устройство и работа воздушно-проходного сепаратора.

19. **Оборудование для приготовления паст и смешения.** Физико-химические основы процесса смешения, понятие процессов размешивания, смешения, сегрегации,

механизм смешения порошковых материалов со связующим, оценка качества смесей и пасты.

20. **Оборудование для приготовления паст и смешения.** Машины непрерывного и периодического действия: классификация по типу применяемого смесителя.

21. **Оборудование для приготовления паст и смешения.** Общая классификация смесителей по основным пяти признакам.

22. **Оборудование для приготовления паст и смешения.** Основные конструкции и выбор смесительных машин.

23. **Формовочное оборудование.** Физико-химические основы процессов формования: классификация способов структурного гранулирования; структурообразование в пастах.

24. **Формовочное оборудование.** Прессовое гранулирование, стадии процесса прессового гранулирования, пластикация.

25. **Формовочное оборудование.** Устройство и работа шнекового гранулятора, классификация «червячных» машин по диаметру шнека.

26. **Формовочное оборудование.** Механизм нагнетания пластичной массы «червяком» и особенности формирования пористой структуры гранулированных углеродных материалов при формовании экструзией.

27. **Формовочное оборудование.** Методы повышения плотности и механической прочности гранул при формовании экструзией, формула Чари.

28. **Формовочное оборудование.** Методика расчета шнек-пресса, подбор и определение геометрии «червяка».

29. **Формовочное оборудование.** Гранулирование окатыванием, таблетирование.

30. **Формовочное оборудование.** Классификация оборудования для формования пастообразных масс: шнековые, роторные грануляторы формования, тарельчатый гранулятор окатывания, реакторно-смесительные установки непрерывного действия типа СН.

31. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Физико-химические основы сушки и карбонизации (изменения структуры формованных углеродных материалов в процессе сушки и карбонизации), стадии карбонизации.

32. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Особенности и назначение термоокислительной сушки.

33. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Типы сушильных установок: принцип действия и классификация барабанных аппаратов.

34. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Характер движения материала в барабанном аппарате.

35. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Общая методика расчета сушильной установки, алгоритм расчета барабанной сушилки.

36. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Материальный и тепловой баланс сушильной установки.

37. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Расчет количества теплоносителя при конвективной сушке.

38. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Печи карбонизации с внутренним обогревом, методика расчета.

39. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Материальный баланс процесса карбонизации.

40. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Тепловой баланс процесса карбонизации.

41. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Методы теплового расчета барабанных печей (проверка по теплонапряженности).



42. **Сушильное оборудование. Оборудование для карбонизации.** Печи карбонизации с внешним обогревом (муфельные), особенности конструкции и методика расчета.

43. **Оборудование процесса активации.** Расчет состава газов активации.

44. **Оборудование процесса активации.** Печи активации с внутренним обогревом, методика расчета.

45. **Оборудование процесса активации.** Материальный баланс процесса активации.

46. **Оборудование процесса активации.** Тепловой баланс процесса активации.

47. **Оборудование фильтрования.** Классификация фильтровального оборудования.

48. **Оборудование фильтрования.** Методика расчета и выбора фильтра.

49. **Оборудование фильтрования.** Режимы работы, устройство и работа ФПАКМ.

50. **Материальные расчеты.** Схема материальных потоков.

51. **Материальные расчеты.** Коэффициенты выхода продукта и полупродуктов по стадиям. Общий коэффициент выхода продукта по производству.

52. **Материальные расчеты.** Пример расчета материального баланса активного угля. Расходные коэффициенты по сырью и материальный индекс производства.

53. **Оборудование для получения наноразмерных нанопористых материалов.** Оборудование для получения наноразмерных нанопористых материалов методами плазменно-конденсационного синтеза, мокрого соосаждения, кристаллизации.

54. **Оборудование для получения наноразмерных нанопористых материалов.** Оборудование для получения наноразмерных нанопористых изделий методом спекания, формования со связующим и без с последующей термообработкой.

55. **Оборудование для получения наноразмерных нанопористых материалов.** Оборудование для производства композиционных сорбирующих изделий.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

#### **4. Примеры тем курсовых проектов:**

1. Проектирование отделения карбонизации цеха по производству угля марки АГ-5;
2. Проектирование отделения активации цеха по производству угля марки АГ-3;
3. Проектирование отделения формования цеха по производству гопкалита марки ГФГ;
4. Проектирование отделения рекуперации цеха по производству фильтра Петрянова ФПП-1,5;
5. Проектирование отделения сушки цеха по производству угля-катализатора марки К-5М;
6. Проектирование отделения сборки цеха по производству противогазовых коробок гражданского противогаза марки ГП-7.

Мощность производства задается преподавателем.

#### **Примеры вопросов на защите курсового проекта:**

1. Объясните, каким образом Вы проводили расчет материального баланса производства?
2. Чем представленная в Вашем проекте технологическая схема производства отличается от существующих в промышленности?
3. С чем связан выбор в проекте аппарата (печь карбонизации, печь активации, смеситель, сушилка и т.д.) именно такого типа?

4. Каковы параметры процесса получения сорбирующего материала (активного угля, силикагеля, гопкалита и пр.) на стадии: карбонизации, активации, пропитки, формования, сушки, промывки и т.д.?

5. Каким образом работает аппарат (сушилка, печь, гранулятор, смеситель и пр.), как происходит загрузка и выгрузка исходного сырья и продуктов (полупродуктов)?

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).