

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 29.06.2023 11:21:00  
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 электротермических производств**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата  
**«Химическая технология неорганических веществ»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, инициалы, фамилия
Профессор		профессор Б.А. Лавров

Рабочая программа дисциплины «Технология электротермических производств»  
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.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины .....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа .....	08
4.3.1. Лабораторные занятия .....	08
4.4. Самостоятельная работа .....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способен планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов</p>	<p><b>ПК-1.17</b> Способен обеспечивать бесперебойное функционирование высокотемпературных химико-технологических процессов</p>	<p><b>Знать:</b> – современное состояние производства фосфора, карбида кальция, абразивов и ферросплавов; – методики составления материальных и энергетических балансов руднотермических печей и химико-технологической системы в целом;</p> <p><b>Уметь:</b> – рассчитывать оптимальный состав шихты для производства продуктов электротермических производств с учетом требований к исходному сырью и продуктам, а также основные параметры продукта; – рассчитывать материальные и энергетические балансы высокотемпературного реактора и химико-технологической системы в целом;</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками формирования оптимального состава шихтовой смеси; – навыками составления адекватной кинетической модели процесса с учетом взаимосвязи входных и выходных параметров.</p>

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

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.07), и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Электротехника и промышленная электроника», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Физическая химия», «Гетерогенные процессы технологии неорганических веществ». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология электротермических производств» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Технологическое оборудование», «Системный анализ химических технологий», «Технология оксидов и гидроксидов алюминия», при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>60</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.:	36
семинары, практические занятия	–
лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)	36 (4)
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	6
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>48</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (К/р, реферат, РГР, эссе)	–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен/36</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.	Электрооборудование электротермических производств	3	–	10	8	ПК-1	ПК-1.17
2.	Электрические разряды в газах	2	–	8	8	ПК-1	ПК-1.17
3.	Технология графитации углеродистых материалов	2	–	–	8	ПК-1	ПК-1.17
4.	Технология фосфора и ферросплавов	4	–	10	8	ПК-1	ПК-1.17
5.	Технология карбида кальция	4	–	8	8	ПК-1	ПК-1.17
6.	Технология абразивных материалов	3	–	–	8	ПК-1	ПК-1.17

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Электрооборудование электротермических производств.</u> Химическая электротермия как отрасль химической технологии. Основные преимущества и недостатки электронагрева. Цепи постоянного и переменного тока. Силовое оборудование электротермических производств. Измерительная аппаратура. Классификация печей в технологии электротермических производств.	3	ЛВ
2	<u>Электрические разряды в газах.</u> Ионизация частиц (электронов и ионов) в газах посредством авто-, фотоионизации, авто-, термо- и фотоэлектронной эмиссии. Понятия (не)самостоятельного разряда. Вольтамперная характеристика разрядов в газах. Дуговой разряд. Дуговые и руднотермические печи (классификация, конструкция).	2	ЛВ
3	<u>Технология графитации углеродистых материалов.</u> Классификация углеграфитовых материалов, область их применения, характеристика.	2	ЛВ



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Сырье и составление шихты для производства различных изделий. Естественные и искусственные углеродистые материалы (графиты, антрациты, коксы, сажи), способы получения. Углеродистые связующие вещества (пек, синтетические смолы и т.д.), основы их получения. Общая характеристика производства углеграфитовых материалов. Теоретические основы графитации.		
4	<u>Технология фосфора и ферросплавов.</u> Сырье для производства. Технологическая схема производства. Расчет и составление шихты. Материальный и энергетический баланс производства фосфора. Зонное строение фосфорной печи (процессы в зонах печи, связь электрических, технологических и химических параметров). Конструкция печи (корпус, футеровка, крышка, электроды, летки). Общие сведения о ферросплавах. Конструкции печей, технологии производства.	4	ЛВ
5	<u>Технология карбида кальция.</u> Структура потребления карбида кальция. Принципиальная схема производства. Физические свойства карбида кальция и его расплава. Химические свойства карбида кальция (термическое разложение, реакции азотирования с образованием цианомида кальция). Механизм и кинетика реакции карбидообразования. Побочные процессы при производстве карбида кальция. Требования к качеству продукции и сырья. Подготовка сырья к плавке. Технология карбида кремния и бора. Общая характеристика карбидной печи как химического реактора.	4	ЛВ
6	<u>Технология абразивных материалов.</u> Продукция на основе абразивных материалов. Основные виды природных и искусственных абразивов. Требования к абразивам (твердость, прочность, самозатачивание зерен, химическая чистота и совершенство, теплопроводность, термостойкость, химическая инертность). Основные свойства абразивных материалов и методы их оценки. Производство нормального электрокорунда, белого электрокорунда, монокорунда, карбида кремния, карбида бора (общая характеристика, основные принципы плавки, химический и минералогический состав, требования к качеству продукта).	3	ЛВ

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	Расчет электрических характеристик печи и короткой сети на примере печи производства карбида кремния	10		Групповая дискуссия
2	Анализ условий зажигания и устойчивого горения дуги, получение вольтамперной характеристики дуги	8		Групповая дискуссия
4	Расчет материального баланса производства фосфора с учетом данного состава шихты и модуля кислотности	6		КтСм
4	Расчет энергетического баланса производства фосфора с учетом данных материального баланса	4		КтСм
5	Термодинамический анализ системы CaO-C при взаимодействии углерода с оксидно-карбидным расплавом	4	2	КтСм
5	Определение литража карбида кальция в соответствии с ГОСТ 1460-81	4	2	Групповая дискуссия

#### 4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Трансформаторы. Соединение обмоток печных трансформаторов	8	Тестирование с использованием LMS Moodle
2	Коронный, кистевой, искровой разряд. Область существования	8	Тестирование с использованием LMS Moodle
3	Современные представления процессов графитации	4	Тестирование с использованием LMS Moodle
3	Пироуглерод, стеклоуглерод, углеродные волокна (ткани). Теоретические основы производства	4	Тестирование с использованием LMS Moodle
4	Контроль параметров электропечного производства	8	Тестирование с использованием LMS Moodle
5	Экологические аспекты производства карбида кальция. Методы очистки реакционных газов карбидных печей	4	Тестирование с использованием LMS Moodle
5	Производство карбида кремния и карбида бора. Основы технологии производства	4	Тестирование с использованием LMS Moodle

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
6	Природные абразивные материалы	2	Тестирование с использованием LMS Moodle
6	Взаимосвязь твердости и прочности материалов с их кристаллической структурой и строением атомов	2	Тестирование с использованием LMS Moodle
6	Характеристики шлифзерна, шлифпорошков и микропорошков	4	Тестирование с использованием LMS Moodle

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (7 семестр).

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

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Силовое оборудование электротермических установок.</li> <li>2. Описание технологического процесса получения карбида кальция (с краткой характеристикой оборудования).</li> </ol>

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

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

#### **а) печатные издания:**

1. Электротермические процессы и реакторы: Учебное пособие для вузов по специальности «Химическая технология неорганических веществ» / С.П. Богданов, К.Б. Козлов, Б.А. Лавров, Э.Я. Соловейчик. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2009. – 423 с. – ISBN 978-5-903090-32-7

2. Лавров, Б.А. Физическая химия расплавов: Учебное пособие / Б.А. Лавров, Ю.П. Удалов. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2013. – 176 с. – ISBN 978-5-903090-91-4

3. Лавров, Б.А. Химическая технология неорганических веществ: учебное пособие / Б.А. Лавров; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет).

Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 127 с.

4. Лавров, Б.А. Теоретические основы химической технологии: учебное пособие / Б.А. Лавров; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 136 с.

5. Лавров, Б.А. Получение карбида кальция в дуговой печи и его анализ: методические указания к лабораторной работе / Б.А. Лавров, К.Б. Козлов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии электротермических и плазмохимических производств. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 24 с.

6. Козлов, К.Б. Минералогический анализ абразивных материалов: методические указания к лабораторной работе / К.Б. Козлов, Б.А. Лавров; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии электротермических и плазмохимических производств. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 23 с.

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

7. Лавров, Б.А. Химическая технология неорганических веществ: учебное пособие / Б.А. Лавров; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 127 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. Лавров, Б.А. Теоретические основы химической технологии: учебное пособие / Б.А. Лавров; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 136 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

9. Лавров, Б.А. Получение карбида кальция в дуговой печи и его анализ: методические указания к лабораторной работе / Б.А. Лавров, К.Б. Козлов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии электротермических и плазмохимических производств. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 24 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

10. Козлов, К.Б. Минералогический анализ абразивных материалов: методические указания к лабораторной работе / К.Б. Козлов, Б.А. Лавров; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии электротермических и плазмохимических производств. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 23 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

11. Богданов, С.П. Расчет руднотермических печей: методические указания / С.П. Богданов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии электротермических и плазмохимических производств. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 37 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 электротермических производств» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов являются:

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

На занятия студент должен приходиться, 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, «ИВТАНтермо»).

### **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 электротермических производств»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-1</b>	<b>Способен планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов</b>	промежуточный





## 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-1.17 Способен обеспечивать бесперебойное функционирование высокотемпературных химико-технологических процессов	<b>Знает</b> современное состояние производства фосфора, карбида кальция, абразивов и ферросплавов	Вопросы к экзамену № 1-3,5,7- 16, 22-25,29, 32, 34-38, 39, 50-56	Перечисляет основные характеристики химико-технологических процессов	Приводит примеры взаимосвязи между основными характеристиками конкретного химико-технологического процесса	Правильно выбирает методику расчёта основных термодинамических характеристик химико-технологического процесса
	<b>Знает</b> методики составления материальных и энергетических балансов руднотермических печей и химико-технологической системы в целом	Вопросы к экзамену № 4, 6, 27, 43-46, 47	Перечисляет параметры химико-технологического процесса, влияющие на скорость и производительность процесса	Правильно выбирает рациональный диапазон изменения управляющих параметров конкретного процесса	Анализирует влияние управляющих параметров на температуру, производительность и энергетические показатели процесса
	<b>Умеет</b> рассчитывать оптимальный состав шихты для производства продуктов электротермических производств с учетом требований к исходному сырью и продуктам, а также основные параметры продукта	Вопросы к экзамену № 18, 19, 21, 32, 40-42, 47, 59	Перечисляет сырьевые продукты необходимые для проведения процесса, знает требования к сырью и перечисляет необходимые методы для его подготовки	Решает задачу поиска состава реакционной смеси в заданном диапазоне изменений концентраций, давления и температуры	Обосновывает рекомендуемый диапазон изменения параметров на основе анализа сырьевых материалов
	<b>Умеет</b> рассчитывать материальные и энергетические балансы высокотемпературного реактора и химико-технологической системы в целом	Вопросы к экзамену № 26, 28, 30, 32, 33, 47, 48-67	Рассчитывает материальные и энергетические затраты на процесс, но допускает незначительные ошибки	Без ошибок рассчитывает материальные и энергетические затраты на процесс, но не учитывает рабочих факторов	Рассчитывает материальные и энергетические балансы высокотемпературного реактора и химико-технологической системы в целом

	<b>Владеет</b> навыками формирования оптимального состава шихтовой смеси	Вопросы к экзамену № 17, 20, 24, 40, 41, 47, 48-67	Перечисляет сырьевые продукты, необходимые для проведения процесса, требования к сырью и необходимые методы его подготовки	Решает задачу поиска оптимального состава шихты в заданном диапазоне изменений состава рудного сырья	Решает задачу поиска оптимального состава шихты в заданном диапазоне изменений состава рудного сырья с учетом экономических и логистических аспектов
	<b>Владеет</b> навыками составления адекватной кинетической модели процесса с учетом взаимосвязи входных и выходных параметров	Вопросы к экзамену № 31, 32	Анализирует влияние управляющих параметров на величину наблюдаемой скорости процесса, но допускает незначительные ошибки	Без ошибок анализирует влияние управляющих параметров на величину наблюдаемой скорости процесса	Анализирует влияние управляющих параметров на величину наблюдаемой скорости процесса при реализации многостадийного процесса

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

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

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

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

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

1. Цепи постоянного и переменного тока.
2. Коэффициент мощности. Физический смысл.
3. Трехфазная система соединения проводников (схемы). Преимущества и недостатки.
4. Силовое оборудование электротермических установок.
5. Короткая сеть и ее элементы.
6. Электродинамические эффекты, их влияние на электрические характеристики электропечной установки.
7. Аварийные сверхтоки и их отключение.
8. Трансформаторы электропечных установок, их характеристики.
9. Классификация и маркировка печей сопротивления.
10. Электрические разряды в газах. Классификация.
11. Обобщенная вольтамперная характеристика разрядов в газах.
12. Дуговой разряд. Дуга постоянного тока.
13. Дуговой разряд. Дуга переменного тока.
14. Условия зажигания и устойчивого горения дуги.
15. Дуговые печи (предназначение, классификация).
16. Конструкция и механизмы дуговых печей.
17. Новые виды углеродистых материалов.
18. Проблемы сырья и энергетики в производстве углеродистых материалов.
19. Совмещенный обжиг и графитация.
20. Наноразмерный углерод (виды, способы получения, области применения).
21. Устройство фосфорной печи.
22. Электроды и электрододержатели.
23. Ферросплавы, применение в промышленности.
24. Коксование электродов.
25. Шлаковые и феррофосфорные летки.
26. Процессы, протекающие в IV и V зоне.
27. Энергетический баланс.
28. Процессы, протекающие во II зоне.
29. Устройство кожуха печи.
30. Процессы, протекающие в III зоне.
31. Строение реакционного пространства печи.
32. Связь электрических, технологических и геометрических параметров печи.
33. Процессы, протекающие в I зоне.
34. Принципиальная схема производства фосфора.
35. Крышка печи для производства фосфора.
36. Конструкция фосфорной печи.
37. Футеровка печи для производства фосфора.
38. Кремний металлический, технология получения.
39. Ферросплавы, применение в промышленности.
40. Термическая подготовка сырья.
41. Требования к шихте (на примере производства).
42. Сырье для производства фосфора.
43. Агломерация.
44. Способы укрупнения сырьевой мелочи.
45. Окатывание.
46. Принципиальная схема производства фосфора.

47. Расчет и составление шихты (технология фосфора).
48. Ферросилиций. Технология производства.
49. Феррохром. Технология производства.
50. Характеристика карбида кальция и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью. Технология цианмида кальция и технических цианидов (характеристика продукта и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью).
51. Технология нормального электрокорунда (характеристика НЭК и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью и его подготовке).
52. Технология карбида кремния (характеристика карбида кремния и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью и его подготовке).
53. Технология карбида бора (характеристика продукта, его основные свойства и области применения, требования к сырью и его подготовке).
54. Технология белого электрокорунда (характеристика БЭК и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью).
55. Технология легированных электрокорундов и циркониевого электрокорунда (характеристика продукта и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью).
56. Технология монокорунда (характеристика продукта, его основные свойства и области применения, требования к сырью и его подготовке).
57. Зонное строение ванны карбидной печи. Характеристика зон и их роль в процессе.
58. Механизм карбидообразования в технологии карбида кальция.
59. Описание технологического процесса карбида кальция (с краткой характеристикой оборудования).
60. Технология цианмида кальция (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
61. Описание технологического процесса получения нормального электрокорунда (с краткой характеристикой оборудования).
62. Технология карбида кремния (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
63. Технология карбида бора (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
64. Технология нормального электрокорунда (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
65. Технология белого электрокорунда (описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
66. Технология легированных электрокорундов и циркониевого электрокорунда (описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
67. Технология монокорунда (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).

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

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

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