

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 26.06.2023 15:34:01  
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**  
**Технологическое оборудование**

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                 |         | ст.н.с. Н.А. Пахомов             |

Рабочая программа дисциплины «Технологическое оборудование» обсуждена на заседании кафедры Общей химической технологии и катализа  
протокол от «13» мая 2021 г. № 9

Заведующий кафедрой

А.Ю. Постнов

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

Председатель

С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

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

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 06 |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....  | 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 .....   | 08 |
| 4.3.1. Семинары, практические 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.....   | 10 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....   | 11 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....  | 11 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....                          | 11 |
| 10.1. Информационные технологии .....  | 11 |
| 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.....  | 12 |
| 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-3</b> Способен выбирать стандартное технологическое оборудование для обеспечения бесперебойного функционирования химико-технологического производства</p> | <p><b>ПК-3.2</b><br/>Конструкционные материалы химического машиностроения</p> | <p><b>Знать:</b><br/>– свойства и назначение материалов, используемых для изготовления технологического оборудования;<br/><b>Уметь:</b><br/>– обосновать выбор материалов и оборудования для осуществления конкретных технологий процесса;<br/><b>Владеть:</b><br/>– навыками расчета и подбора материалов и оборудования при проектной проработке технологических схем.</p>                            |
|  | <p><b>ПК-3.3</b><br/>Реакторы для жидкофазных процессов</p>                   | <p><b>Знать:</b><br/>– функциональное назначение аппаратов и основные конструктивные особенности технологического оборудования для жидкофазных процессов;<br/><b>Уметь:</b><br/>– выбирать тип оборудования для проведения конкретных технологических жидкофазных процессов;<br/><b>Владеть:</b><br/>– навыками расчета основных характеристики химического оборудования для жидкофазных процессов.</p> |
|  | <p><b>ПК-3.4</b><br/>Аппараты для сгущения и разделения суспензий</p>         | <p><b>Знать:</b><br/>– функциональное назначение аппаратов и основные конструктивные особенности технологического оборудования для сгущения и разделения суспензий;<br/><b>Уметь:</b><br/>– выбирать тип оборудования для проведения операций сгущения и разделения суспензий;</p>  |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции             | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)   |
|--------------------------------|--|---|
|                                |  | <p><b>Владеть:</b><br/>– навыками расчета основных характеристики химического оборудования для проведения операций сгущения и разделения суспензий жидкофазных процессов.</p>   |
|                                | <p><b>ПК-3.5</b><br/>Оборудование для сушки и термообработки</p> | <p><b>Знать:</b><br/>– функциональное назначение аппаратов и основные конструктивные особенности технологического оборудования для процессов сушки и термообработки;<br/><b>Уметь:</b><br/>– выбирать тип оборудования для проведения конкретных технологических процессов для сушки и термообработки;<br/><b>Владеть:</b><br/>– навыками расчета основных характеристики химического оборудования для технологических процессов для сушки и термообработки.</p>  |
|                                | <p><b>ПК-3.6</b><br/>Механическая обработка материалов</p>       | <p><b>Знать:</b><br/>– функциональное назначение аппаратов и основные конструктивные особенности технологического оборудования для процессов дробления, измельчения, классификации, механического смешения и формования неорганических материалов и катализаторов;<br/><b>Уметь:</b><br/>– выбирать тип оборудования для проведения конкретных технологических измельчения, классификации, смешения и формования материалов;<br/><b>Владеть:</b><br/>– навыками расчета основных характеристики химического оборудования для механической обработки материалов.</p> |

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

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.07), и изучается на 5 курсе (зимняя, летняя сессии)

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Математика», «Физика», «Экология», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Физическая химия», «Коллоидная химия» и всех предшествующих дисциплин профессионального модуля «Химическая технология неорганических веществ». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технологическое оборудование» 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,<br>ЗЕ/академ. часов |
|---|----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(зачетных единиц/академических часов) | <b>4/144</b>               |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                    | <b>14</b>                  |
| занятия лекционного типа  | 6                          |
| занятия семинарского типа, в т.ч.:  | 12                         |
| семинары, практические занятия (в т.ч на практическую подготовку)             | 6(4)                       |
| лабораторные работы   | 6                          |
| курсовое проектирование (КР или КП)   | 2                          |
| КСР   | –                          |
| другие виды контактной работы   | –                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>120</b>                 |
| <b>Форма текущего контроля</b> (К/р, реферат, РГР, эссе)                      | 2 К/р                      |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)                | <b>КП, зачет/4</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.    | Конструкционные материалы химического машиностроения | -                                    | 2                                     | -                   | 25                                 | ПК-3                    | ПК-3.2                 |
| 2.    | Реакторы для жидкофазных процессов                   | 2                                    | 4                                     | -                   | 25                                 | ПК-3                    | ПК-3.3                 |
| 3.    | Аппараты для сгущения и разделения суспензий         | 2                                    | -                                     | 6                   | 25                                 | ПК-3                    | ПК-3.4                 |
| 4.    | Оборудование для сушки и термообработки              | 2                                    | -                                     | -                   | 20                                 | ПК-3                    | ПК-3.5                 |
| 5.    | Механическая обработка материалов                    | -                                    | -                                     | -                   | 25                                 | ПК-3                    | ПК-3.6                 |

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 2                    | <u>Реакторы для жидкофазных процессов.</u><br>Емкостные аппараты, теплообменные устройства, оборудование для перемешивания. Реакторы периодического действия. Гидравлические, вибрационные (колебательные) и пневматические перемешивающие устройства. Элементы технологического и теплотехнического расчета реакторов периодического действия с мешалками. Обобщенный экономический критерий эффективности применения реактора периодического действия. | 2                 | ЛВ                  |
| 3                    | <u>Аппараты для сгущения и разделения суспензий.</u><br>Отстойники, гидроциклоны, фильтры, центрифуги. Промывка, пропитка. Операции сгущения, разделения суспензий, промывки осадков в катализаторных производствах. Репульсионная промывка. Промывка фильтрованием и во взвешенном состоянии. Пути повышения эффективности промывки.  | 2                 | ЛВ                  |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
|                      | Практика непрерывного отмывания сгущенных мелкозернистых алюмосиликатных суспензий и конструкция многоступенчатого аппарата динамического действия. Применение центрифуг для отмывки. Применение гидроциклонов для классификации суспензий.  |                   |                     |
| 4                    | <u>Оборудование для сушки и термообработки.</u><br>Общие сведения об оборудовании для сушки и термообработки катализаторов. Области применения сушилок разных конструкций. Анализ работы распылительных сушилок и сушилок с кипящим слоем. Радиационно-конвективные сушилки. Рекомендации по расчету сушилок. Основные конструкции прокаленных печей. Шахтные прокалочные печи. Анализ их работы. Печи КС с радиационно-конвективным нагревом слоя. Вспомогательное оборудование сушильных установок. Воздухоподогреватели, топки. Последовательность полного расчета прокалочных печей и установок. | 2                 | ЛВ                  |

### 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* |                     |
| 1                    | Расчет механической прочности материала  | 2                 | 2                                       | —                   |
| 2                    | Расчет нестационарного реактора с мешалкой на примере жидкофазного процесса получения катализатора методом осаждения | 4                 | 2                                       | КтСм                |

#### 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                    | Исследование процессов разделения суспензий    | 6                 |   | Групповая дискуссия |



#### 4.4. Самостоятельная работа.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля   |
|----------------------|--|-------------------|------------------|
| 1                    | Легирующие материалы, области применения легированных сталей, чугунов и металлов   | 12                | Устный опрос     |
| 1                    | Неметаллические конструктивные покрытия: неорганические коррозионно-устойчивые материалы. Характер коррозионных разрушений металлов и сплавов  | 13                | Письменный опрос |
| 2                    | Гидравлические, вибрационные (колебательные) и пневматические перемешивающие устройства  | 12                | Письменный опрос |
| 2                    | Элементы технологического и теплотехнического расчета реакторов периодического действия с мешалками  | 13                | Письменный опрос |
| 3                    | Репульпационная промывка. Промывка фильтрованием и во взвешенном состоянии   | 12                | Устный опрос     |
| 3                    | Пути повышения эффективности промывки. Практика непрерывного отмывания сгущенных мелкозернистых алюмосиликатных суспензий и конструкция многоступенчатого аппарата динамического действия. Применение центрифуг для отмывки. Применение гидроциклонов для классификации суспензий. | 13                | Письменный опрос |
| 4                    | Радиационно-конвективные сушилки. Рекомендации по расчету сушилок. Основные конструкции прокаленных печей.   | 10                | Устный опрос     |
| 4                    | Шахтные прокалочные печи. Печи КС с радиационно-конвективным нагревом слоя. Вспомогательное оборудование сушильных установок. Воздухоподогреватели, топки. Последовательность полного расчета прокалочных печей и установок.   | 10                | Письменный опрос |
| 5                    | Перспективы применения гидравлических таблеточных машин для формования блочных катализаторов. Устройства для подготовки каркасных катализаторов.   | 12                | Письменный опрос |
| 5                    | Применение вакуумирования при экструзионном формовании. Виды прессования. Основные типы таблеточных машин. Кривошипно-шатунные таблеточные машины.   | 13                | Письменный опрос |

#### 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 защиты курсового проекта и зачёта.

Курсовой проект предусматривает проверку освоения практических навыков, предусмотренных компетенциями.

Примерные темы курсового проекта:

1. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству оксида кобальта.
2. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству оксида марганца.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и вопрос, направленный на проверку умений и навыков.

При сдаче зачета обучающийся получает два вопроса из перечня вопросов (время подготовки к устному ответу – до 30 минут).

Пример варианта вопросов на зачете:

### Вариант № 1

1. Классификация конструкций печей.
2. Изобразите эскиз прокалочной печи с конвективно-радиационным нагревом кипящего слоя.

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 «зачтено».

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

### **а) печатные издания:**

1. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи: Учебное пособие для вузов / Под редакцией М.Ф. Михалева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Арис, 2010. – 309 с. – ISBN 978-5-904673-05-5

2. Машины и аппараты переработки дисперсных материалов. Основы проектирования: Учебное пособие / Под редакцией А.Н. Веригина. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2018. – 536 с. – ISBN 978-5-8114-2755-0

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

4. Луцко, Ф.Н. Оборудование катализаторных производств. Часть I: текст лекций / Ф.Н. Луцко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии катализаторов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 137 с.

5. Луцко, Ф.Н. Атлас вспомогательного оборудования катализаторных производств: методические указания / Ф.Н. Луцко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии катализаторов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 67 с.

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

6. Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2020. – 604 с. – ISBN 978-5-8114-4988-0 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

7. Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): Учебное пособие / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2020. – 716 с. – ISBN 978-5-8114-4753-0 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

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

9. Луцко, Ф.Н. Оборудование катализаторных производств. Часть I: Текст лекций / Ф.Н. Луцко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии катализаторов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 137 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 «Технологическое оборудование» 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.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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.

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 с использованием системы Moodle.
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **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  
«Технологическое оборудование»**

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

| Индекс компетенции | Содержание   | Этап формирования |
|--------------------|--|-------------------|
| <b>ПК-3</b>        | <b>Способен выбирать стандартное технологическое оборудование для обеспечения бесперебойного функционирования химико-технологического производства</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)   |
|--|--|--|--|
|  |  |  | «Зачет» (пороговый)  |
| ПК-3.2<br>Конструкционные материалы химического машиностроения | <b>Знает</b> свойства и назначение материалов, используемых для изготовления технологического оборудования                                     | Вопросы к зачёту № 1-35, выполнение курсового проекта  | Перечисляет основные характеристики материалов, применяемых в рамках изготовления химико-технологического оборудования.  |
|  | <b>Умеет</b> обосновать выбор материалов и оборудования для осуществления конкретных технологий процесса                                       | Вопросы к зачёту № 1-35, выполнение курсового проекта  | Успешно обосновывает выбор правильного материала для проведения того или иного технологического процесса.                |
|  | <b>Владеет</b> навыками расчета и подбора материалов и оборудования при проектной проработке технологических схем                              | Вопросы к зачёту № 1-35, выполнение курсового проекта  | Корректно подбирает на основе расчётов технологическое оборудование в рамках проектирования химико-технологических схем. |
| ПК-3.3<br>Реакторы для жидкофазных процессов                   | <b>Знает</b> функциональное назначение аппаратов и основные конструктивные особенности технологического оборудования для жидкофазных процессов | Вопросы к зачёту № 36-42, выполнение курсового проекта | Перечисляет характеристики того или иного типа жидкофазного реактора. Знает назначение данного типа реактора.            |
|  | <b>Умеет</b> выбирать тип оборудования для проведения конкретных технологических жидкофазных процессов   | Вопросы к зачёту № 36-42, выполнение курсового проекта | Правильно подбирает тип реактора, наиболее подходящего к данному жидкофазному процессу.                                  |
|  | <b>Владеет</b> навыками расчета основных характеристик химического оборудования для жидкофазных процессов                                      | Вопросы к зачёту № 36-42, выполнение курсового проекта | Успешно рассчитывает параметры проведения жидкофазных процессов химической технологии.                                   |
| ПК-3.4<br>Аппараты для   | <b>Знает</b> функциональное назначение аппаратов и   | Вопросы к зачёту № 43-46, выполнение курсового         | Перечисляет характеристики того или иного типа аппарата для сгущения или разделения суспензий. Знает назначение данного  |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| сгущения и разделения суспензий                          | основные конструктивные особенности технологического оборудования для сгущения и разделения суспензий  | проекта  | типа аппарата.  |
|  | <b>Умеет</b> выбирать тип оборудования для проведения операций сгущения и разделения суспензий   | Вопросы к зачёту № 43-46, выполнение курсового проекта | Правильно подбирает тип аппарата, наиболее подходящего к процессу сгущения и разделения суспензий.  |
|  | <b>Владеет</b> навыками расчета основных характеристики химического оборудования для проведения операций сгущения и разделения суспензий жидкофазных процессов | Вопросы к зачёту № 43-46, выполнение курсового проекта | Успешно рассчитывает параметры проведения процессов сгущения и разделения суспензий.  |
| <b>ПК-3.5</b><br>Оборудование для сушки и термообработки | <b>Знает</b> функциональное назначение аппаратов и основные конструктивные особенности технологического оборудования для процессов сушки и термообработки      | Вопросы к зачёту № 47-53, выполнение курсового проекта | Перечисляет характеристики того или иного типа аппарата для сушки и/или термообработки. Знает назначение данного типа аппарата.   |
|  | <b>Умеет</b> выбирать тип оборудования для проведения конкретных технологических процессов для сушки и термообработки  | Вопросы к зачёту № 47-53, выполнение курсового проекта | Правильно подбирает тип аппарата, наиболее подходящего к процессу сушки или термообработки.   |
|  | <b>Владеет</b> навыками расчета основных характеристики химического оборудования для технологических процессов для сушки и термообработки                      | Вопросы к зачёту № 47-53, выполнение курсового проекта | Успешно рассчитывает параметры проведения процессов сушки и/или термообработки.   |
| <b>ПК-3.6</b><br>Механическая обработка материалов       | <b>Знает</b> функциональное назначение аппаратов и основные конструктивные особенности технологического оборудования для процессов дробления, измельчения,     | Вопросы к зачёту № 54-70, выполнение курсового проекта | Перечисляет характеристики того или иного типа аппарата для дробления, измельчения, классификации, механического смешения и формования неорганических материалов и катализаторов. Знает назначение данного типа аппарата. |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | классификации, механического смешения и формования неорганических материалов и катализаторов  |  |   |
|  | <b>Умеет</b> выбирать тип оборудования для проведения конкретных технологических измельчения, классификации, смешения и формования материалов | Вопросы к зачёту № 54-70, выполнение курсового проекта | Правильно подбирает тип аппарата, наиболее подходящего к процессу дробления, измельчения, классификации, механического смешения и формования неорганических материалов и катализаторов. |
|  | <b>Владеет</b> навыками расчета основных характеристики химического оборудования для механической обработки материалов                        | Вопросы к зачёту № 54-70, выполнение курсового проекта | Успешно рассчитывает параметры проведения процессов дробления, измельчения, классификации, механического смешения и формования неорганических материалов и катализаторов.               |

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта и в форме зачета, шкала оценивания – «зачтено» (если достигнут «пороговый» уровень освоения всех элементов компетенции), «не зачтено».



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

#### 3.1 Типовые контрольные вопросы к зачету

##### а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

1. Перечислите (укрупнённо) основные группы материалов, используемых в химическом машиностроении.
2. Перечислите основные группы материалов на основе металлов.
3. Перечислите основные группы материалов на основе сплава железа и углерода.
4. Перечислите (укрупнённо) основные группы сталей.
5. Приведите примеры маркировки сталей обыкновенного качества.
6. Каков примерно предел прочности стали марки Ст4?
7. Какую марку стали из предложенных двух следует выбрать для ответственного узла оборудования: 1. Ст3кп; 2. Ст3сп.
8. Приведите примеры маркировки сталей качественных углеродистых конструкционных.
9. Что означают цифры в маркировке сталей качественных углеродистых конструкционных
10. Каково содержание легирующих компонентов в низколегированных сталях?
11. Каково содержание легирующих компонентов в среднелегированных сталях?
12. Каково содержание легирующих компонентов в высоколегированных сталях?
13. Нержавеющими сталями называются стали, содержащие минимум...
14. Приведите примеры маркировки легированных сталей.
15. Каким индексом в маркировке отмечают особо качественные марки легированных сталей?
16. Установите соответствие легирующего компонента и его обозначениям в маркировке легированной стали:

|    |          |   |
|----|----------|---|
| 1  | Вольфрам | Н |
| 2  | Марганец | Р |
| 3  | Медь     | Г |
| 4  | Молибден | Т |
| 5  | Никель   | М |
| 6  | Бор      | Д |
| 7  | Кремний  | Ю |
| 8  | Титан    | Ф |
| 9  | Хром     | Х |
| 10 | Ванадий  | В |
| 11 | Алюминий | С |

17. Установите соответствие уровня химической стойкости материала значению скорости годовой коррозии, мм/год:

|   |                          |   |         |
|---|--------------------------|---|---------|
| 1 | вполне стойкие «В»       | А | до 1    |
| 2 | стойкие «Х»              | Б | свыше 3 |
| 3 | относительно стойкие «О» | В | до 0,1  |
| 4 | нестойкие «Н»            | Г | до 3    |

18. Перечислите основные виды чугуна и примеры их маркировки.
19. Установите соответствие формы углерода в чугуне от его вида.

|   |                     |   |                     |
|---|---------------------|---|---------------------|
| 1 | Белый чугун         | А | шаровидный графит   |
| 2 | Серый чугун         | Б | пластинчатый графит |
| 3 | Высокопрочный чугун | В | хлопьевидный графит |
| 4 | Ковкий чугун        | Г | карбид              |

19. Установите соответствие формы углерода в чугуне от его вида.
20. Применение какого цветного металла или его сплавов увеличивает срок эксплуатации химического оборудования в 10-20 раз?
21. Перечислите (укрупнённо) основные группы неметаллических материалов, используемых в химическом машиностроении.
22. Перечислите основные исключительные преимущества пластмасс по сравнению с другими известными материалами.
23. Полимерные материалы делятся по отношению к возможности механической обработки при нагревании на...
24. Назовите термопластичный материал, обладающий наилучшей химической стойкостью и термической устойчивостью.
25. В зависимости от свойств и вида наполнителя отверждающиеся пластмассы подразделяются на...
26. Фенопласты имеют полимерной матрицей...
27. Фенопласты с порошковым наполнителем подразделяются на...
28. Карболиты имеют наполнителем...
29. Фаолиты имеют наполнителем...
30. Волокниты армируются...
31. Слоистые пластики армируются...
32. Текстолиты армируются...
33. Минерало-силикатные материалы, которые используются для футеровки аппаратов.
34. Динас работает огнеупором до температур...
35. Шамот работает огнеупором до температур...
36. Реакторы периодического действия для проведения жидкофазных процессов. Расчет реакторов.
37. Реакторы периодического действия для проведения жидкофазных процессов. Механические, гидравлические и пневматические перемешивающие устройства, их роль в технологическом процессе.
38. Реакторы периодического действия для проведения жидкофазных процессов. Внешний и внутренний теплообмен.
39. Аппараты полунепрерывного и непрерывного действия, работающие в режиме вытеснения. Расчет необходимого времени пребывания реагентов.
40. Реакторы для жидкофазных процессов непрерывного действия, работающие в режиме смешения. Расчет необходимого времени пребывания реагентов.
41. Реакторы для проведения процессов выщелачивания и пропитки, работающие в режиме смешения. Расчет проскока непрореагировавшей твердой фазы.
42. Сравнение интенсивности проведения процессов в реакторах периодического и непрерывного действия в режиме вытеснения и смешения.
43. Отстойники периодического и непрерывного действия. Принцип расчета.
44. Сгущение суспензий в гидроциклонах. Расчет необходимой мощности для работы гидроциклонов.
45. Принципы выбора фильтров и основные конструкции фильтров периодического действия. Основы расчета фильтров.
46. Принципы выбора фильтров и основные конструкции фильтров непрерывного действия. Производительность и пути интенсификации.

47. Выбор конструкции сушилок для различных материалов. Способы интенсификации сушки.
48. Распылительные сушилки и сушилки с кипящим слоем. Приемы интенсификации сушки. Рекомендации по расчету сушилок.
49. Конструкции и область применения барабанных и туннельных сушилок. Рекомендации по расчету сушилок.
50. Конструкции и область применения камерных, ленточных и шахтных сушилок. Рекомендации по расчету сушилок.
51. Сушилки с кипящим слоем. Область применения, рекомендации по расчету.
52. Шахтные, камерные и туннельные прокалочные печи.
53. Печи с кипящим слоем. Радиационно-конвективным нагрев кипящего слоя.
54. Основные конструкции питателей и дозаторов. Их роль в обеспечении надежности работы оборудования. Оценка объемной и массовой подачи реагентов.
55. Аппараты для смешения сыпучих материалов. Экспериментальные методы оценки качества смешения.
56. Основные конструкции и анализ работы барабанных смесителей периодического и непрерывного действия.
57. Основные конструкции и анализ работы барабанных смесителей периодического и непрерывного действия.
58. Лопастные и шнековые смесители периодического и непрерывного действия.
59. Смесители с кипящим слоем. Комбинированные смесители.
60. Лотковые и бункерные усреднители.
61. Щековые и валковые дробилки. Область применения и оценка производительности.
62. Шаровые и вибрационные мельницы. Оценка оптимальной частоты. Струйные мельницы.
63. Машины для классификации сыпучих материалов. Грохоты, бураты. Классификаторы с фонтанирующим и кипящим слоем.
64. Устройства и машины для грануляции материалов. Тарельчатые грануляторы.
65. Шнековые экструдеры для грануляции.
66. Таблетирование и кривошипно-шатунные таблеточные машины.
67. Роторные таблеточные машины. Гидравлическое прессование.
68. Гранулирование порошкообразных материалов в присутствии растворов и расплавов.
69. Гранулирование расплавов. Грануляционные башни.
70. Поршневые, плунжерные и шестеренчатые насосы. Область применения и характеристики.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачёта студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

### **3.2. Типовые задания для выполнения контрольных работ (ПК-3)**

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

Таблица 1 – Выбор варианта задания контрольной работы

| Две последние цифры шифра студенческого билета. | Номер варианта контрольной работы |
|---|-----------------------------------|
| 01,26,51,76                                     | 1                                 |
| 02,27,52,77                                     | 2                                 |
| 03,28,53,78                                     | 3                                 |
| 04,29,54,79                                     | 4                                 |
| 05,30,55,80                                     | 5                                 |
| 06,31,56,81                                     | 6                                 |
| 07,32,57,82                                     | 7                                 |
| 08,33,58,83                                     | 8                                 |
| 09,34,59,84                                     | 9                                 |
| 10,35,60,85                                     | 10                                |
| 11,36,61,86                                     | 11                                |
| 12,37,62,87                                     | 12                                |
| 13,38,63,88                                     | 13                                |
| 14,39,64,89                                     | 14                                |
| 15,40,65,90                                     | 15                                |
| 16,41,66,91                                     | 16                                |
| 17,42,67,92                                     | 17                                |
| 18,43,68,93                                     | 18                                |
| 19,44,69,94                                     | 18                                |
| 20,45,70,95                                     | 20                                |
| 21,46,71,96                                     | 21                                |
| 22,47,72,97                                     | 22                                |
| 23,48,73,98                                     | 23                                |
| 24,49,74,99                                     | 24                                |
| 25,50,75,00                                     | 25                                |

**Контрольная работа №1**

**Вариант №1**

1. Грохочение, как метод разделения веществ. Плоские, валковые, ситовые, барабанные и вибрационные грохоты.
2. Расчет размеров отстойника

**Контрольная работа №2**

**Вариант №1**

1. Классификация транспортеров для перемещения твердых материалов. Общие характеристики непрерывных транспортных машин.
2. Расчет сушильного аппарата «кипящего слоя».

#### **4. Темы курсовых проектов.**

1. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству оксида кобальта.
2. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству оксида марганца.
3. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству катализатора ПКМА.
4. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству блочного катализатора ОВ-1.
5. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству глинозёма по методу Байера.
6. Обоснование выбора технологического оборудования цеха по производству диоксида титана.
7. Обоснование выбора технологического оборудования цеха по производству двойного суперфосфата.
8. Обоснование выбора технологического оборудования цеха по производству пористой аммиачной селитры.
9. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству катализатора конверсии углеводородов.
10. Обоснование выбора технологического оборудования участка по производству катализатора конверсии оксида углерода.

#### **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.