

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«\_04\_» \_\_\_\_ 04 \_\_\_\_ 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.27** Химическая технология

Учебный план: 2024-2025 04.05.01 ИПХЭ Медицинская химия ОО №3-1-155.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:  
(специальность) 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки: специализация "Медицинская химия"  
(специализация)

Уровень образования: специалитет

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся |                   |              | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоём-<br>кость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |         |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------|
|                           | Лекции                        | Практ.<br>занятия | Лаб. занятия |                |                   |                           |                                      |         |
| 7                         | УП                            | 51                | 34           | 68             | 36                | 27                        | 6                                    | Экзамен |
|                           | РПД                           | 51                | 34           | 68             | 36                | 27                        | 6                                    |         |
| Итого                     | УП                            | 51                | 34           | 68             | 36                | 27                        | 6                                    |         |
|                           | РПД                           | 51                | 34           | 68             | 36                | 27                        | 6                                    |         |

Санкт-Петербург  
2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденным приказом Минобрнауки России от 13.07.2017 г. № 652

Составитель (и):

доктор химических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Зыкова Ирина Викторовна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

\_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области общих закономерностей протекания химико-технологических процессов и организации работы химического производства.

**1.2 Задачи дисциплины:**

рассмотреть структуру химического производства и его технологических компонентов, раскрыть принципы оптимизации параметров химико-технологических процессов, продемонстрировать способы интенсификации химико-технологических процессов, применяемых в химической промышленности, показать особенности применения химического оборудования, рассмотреть критерии его выбора.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Физическая химия

Органическая химия

Общая и неорганическая химия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|   |
|---|
| <b>ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения</b>                           |
| <b>Знать:</b> основы теории химических процессов и реакторов; методику выбора реактора и расчёта процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии, используя базы данных профессионального назначения. |
| <b>Уметь:</b> выбрать эффективный тип реактора на основе теоретических моделей; провести расчёт технологических параметров для заданного процесса.  |
| <b>Владеть:</b> навыками проведения типовых расчетов на основе материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов.   |
| <b>ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</b>         |
| <b>Знать:</b> методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях; основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии.  |
| <b>Уметь:</b> рассчитать основные характеристики химического процесса; определить оптимальные физико-химические параметры химико-технологического процесса.   |
| <b>Владеть:</b> навыками расчёта и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей.   |

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий   | Семестр<br>(курс для<br>ЗАО) | Контактная работа |               |                | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|---|------------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|   |                              | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(часы) | Лаб.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Основные закономерности химической технологии   | 7                            |                   |               |                |              |                              | ,Ко                           |
| Тема 1. Направления развития химической технологии. Принципы развития малоотходных и ресурсосберегающих технологий<br>Практическое занятие: «Требования к организации безотходного производства»  |                              | 2                 | 1             |                | 2            |                              |                               |
| Тема 2. Критерии оценки эффективности химического производства. Структура и химико-технологические системы производства, технологические связи<br>Практическое занятие: «Принципы оптимизации структуры химико-технологических систем»  |                              | 2                 | 2             |                | 2            |                              |                               |
| Тема 3. Технологические компоненты химического производства. Энергия и сырье в химическом производстве. Промышленная водоподготовка<br>Практическое занятие: «Принципы энерго-, ресурсосбережения в химической промышленности»<br>Лабораторная работа: «Флотационная очистка осадительной ванны»  |                              | 2                 | 2             | 6              | 2            |                              |                               |
| Тема 4. Классификация и основные характеристики химико-технологических процессов. Понятие технологического режима<br>Практическое занятие: «Принципы оптимизации режима химико-технологического процесса»   |                              | 1                 | 2             |                | 2            | ГД                           |                               |
| Раздел 2. Интенсификация и повышение экологической чистоты химико-технологических процессов   |                              |                   |               |                |              |                              |                               |
| Тема 5. Влияние кинетических и термодинамических факторов на интенсивность химико-технологического процесса. Оптимальный температурный режим химико-технологического процесса<br>Практическое занятие: «Определение кинетических и термодинамических характеристик химико-технологического процесса»  |                              | 4                 | 1             |                | 2            |                              |                               |
| Тема 6. Промышленный катализ. Механизм и основные показатели каталитических химико-технологических процессов. Контактные массы и оборудование для гетерогенного катализа<br>Практическое занятие: «Определение показателей каталитического химико-технологического процесса»<br>Лабораторная работа: «Каталитическое разложение пероксида водорода» | 4                            | 1                 | 8             | 2              |              |                              |                               |

|   |   |   |   |   |    |     |
|---|---|---|---|---|----|-----|
| <p>Тема 7. Гетерогенные химико-технологические процессы. Скорость, равновесие и механизм гетерогенных процессов. Способы интенсификации гетерогенных процессов<br/>         Практическое занятие: «Определение режима гетерогенного химико-технологического процесса»<br/>         Лабораторная работа: «Изучение процесса растворения твердых тел»</p>         | 2 | 1 | 8 | 2 |    |     |
| <p>Тема 8. Принципы повышение экологической чистоты химико-технологических процессов. Очистка промышленных выбросов и сточных вод химического производства<br/>         Практическое занятие: «Основные методы и технические средства защиты окружающей среды»<br/>         Лабораторная работа: «Анализ работы фильтра очистки вентгазов от оксидов азота»</p> | 1 | 2 | 6 | 2 | ГД |     |
| <p>Раздел 3. Химические реакторы</p>  |   |   |   |   |    |     |
| <p>Тема 9. Классификация химических реакторов по различным признакам. Основные математические модели процессов в химических реакторах. Конструктивные особенности химических реакторов<br/>         Практическое занятие: «Принципы расчета параметров химических реакторов»</p>  | 4 | 1 |   | 2 |    |     |
| <p>Тема 10. Материальный и тепловой баланс в химических реакторах. Температурный режим работы химических реакторов<br/>         Практическое занятие: «Принципы составления материального и теплового баланса»</p>  | 4 | 2 |   | 2 |    |     |
| <p>Тема 11. Сравнение химических реакторов различных типов. Принципы выбора химического реактора. Проведение химико-технологических процессов в реальных реакторах<br/>         Практическое занятие: «Принципы моделирования процессов, протекающих в химическом реакторе»<br/>         Лабораторная работа: «Изучение моделей химических реакторов»</p>       | 2 | 1 | 6 | 2 |    | ,Ко |
| <p>Тема 12. Организация химико-технологического процесса. Актуальные проблемы основных химических производств<br/>         Практическое занятие: «Важнейшие химические производства и их технологические особенности»</p>   | 4 | 1 |   | 2 | ГД |     |

| Раздел 4. Физико-химические закономерности технологических процессов. Сырье. Энергия, вода  |   |   |   |   |    | ,Ко |
|---|---|---|---|---|----|-----|
| <p>Тема 13. Технологические и технико-экономические показатели химического производства.</p> <p>Понятия о химико-технологическом процессе. Классификация процессов. Химический реактор и химический процесс, протекающий в нем. Классификация реакторов.</p> <p>Равновесная степень превращения. Гомогенные процессы и используемые для них реакторы. Влияние параметров на скорость реакции.</p> <p>Закономерность массообмена в гетерогенных процессах: газ-жидкость (Г-Ж), жидкость-твердое тело (Ж-Т), газ-твердое тело (Г-Т).</p> <p>Практическое занятие: Технологические и технико-экономические показатели химического производства.</p> <p>Лабораторная работа: Определение дисперсности, плотности твердых сыпучих материалов, плотности и вязкости жидкостей</p> <p>Лабораторная работа: Моделирование процесса ионообменной сорбции в динамическом режиме</p> | 4 | 2 | 6 | 2 |    |     |
| <p>Тема 14. Сырье. Энергия, вода.</p> <p>Понятия о сырье, промежуточном продукте (полупродукте), готовом продукте, отходах производства. Виды и классификация сырья.</p> <p>Подготовка сырья к переработке. Обогащение сырья.</p> <p>Виды и источники энергии, применяемые в химико-технологических процессах.</p> <p>Вода и ее применение в химико-технологических процессах.</p> <p>Практическое занятие: Расчет параметров по сырью.</p> <p>Практическое занятие: Расчет водопотребления, расчет энергопотребления</p> <p>Лабораторная работа: Определение показателей качества природных вод.</p> <p>Водоподготовка для предприятий отрасли медицинской химии</p>   | 4 | 4 | 8 | 2 | ИЛ |     |

| Раздел 5. Важнейшие химические производства   |    |       |    |      |    | Ко |
|---|----|-------|----|------|----|----|
| Тема 15. Важнейшие производства химической отрасли<br>Производство серной кислоты.<br>Производство аммиака и азотной кислоты.<br>Производство фосфорной кислоты<br>Электрохимические производства.<br>Производство металлов.<br>Производство силикатных материалов<br>Практическое занятие: Расчет ТЭП в производстве кислот<br>Практическое занятие: Расчет ТЭП в электрохимическом производстве<br>Практическое занятие: Расчет ТЭП в производстве металлов и силикатов<br>Лабораторная работа: Получение искусственного карналлита из хлормagneиевого щелока<br>Лабораторная работа: Приготовление и очистка рассола в производстве кальцинированной соды<br>Лабораторная работа: Анализ промышленной серной кислоты<br>Лабораторная работа: Электрохимическое получение хлора и щелочи электролизом водных растворов хлорида натрия | 6  | 6     | 8  | 4    |    |    |
| Тема 16. Химические производства в области медицинской химии<br>Производство высокомолекулярных соединений.<br>Оборудование, процессы, предприятия СПб и ЛО в области медицинской химии.<br>Практическое занятие: Составление технологических и операционных схем по конкретным производствам ВМС.<br>Лабораторная работа: Анализ формалина.<br>Анализ фенола. Получение и анализ фенолоформальдегидного олигомера<br>Лабораторная работа: Получение фенолоформальдегидного новолачного олигомера. Получение фенолоформальдегидного резольного олигомера<br>Лабораторная работа: Получение и анализ карбамидоформальдегидного олигомера марки КФ-А  | 5  | 5     | 12 | 4    | ГД |    |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)   | 51 | 34    | 68 | 36   |    |    |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)   |    | 2,5   |    | 24,5 |    |    |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>   |    | 155,5 |    | 60,5 |    |    |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения  | Наименование оценочного средства |
|-----------------|---|----------------------------------|
| ОПК-3           | Описывает расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального | Вопросы устного собеседования    |

|       |  |  |
|-------|--|--|
|       | <p>назначения</p> <p>Применяет знания протекания химических процессов при получении основных неорганических и органических веществ для планирования работ химической направленности</p> <p>Обрабатывает и интерпретирует полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>  | <p>Практико-ориентированные задания</p>                                      |
| ОПК-4 | <p>Формулирует общие закономерности протекания химико-технологических процессов, перечисляет основные направления развития химической технологии, понимает особенности организации систем химического производства</p> <p>Определяет основные направления оптимизации технологических показателей, объективно оценивает эффективность промышленного производства с учетом актуальных требований, обеспечивает улучшение технологического режима</p> <p>Использует методы расчета и анализа работы оборудования химического производства, применяет на практике способы оптимизации технологических показателей процесса и структуры промышленного производства</p> | <p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p> |

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания        | Критерии оценивания сформированности компетенций  |                   |
|-------------------------|---|-------------------|
|                         | Устное собеседование  | Письменная работа |
| 5 (отлично)             | Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к выбору материала при подготовке к промежуточной аттестации. |                   |
| 4 (хорошо)              | Ответ стандартный, в целом качественный, основан на использовании основных источников информации. Присутствуют незначительные пробелы в знаниях или несущественные ошибки.  |                   |
| 3 (удовлетворительно)   | Ответ неполный, основан исключительно на использовании лекционных материалов. При понимании сущности предмета в целом имеются существенные пробелы в знаниях.   |                   |
| 2 (неудовлетворительно) | Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Присутствуют многочисленные грубые ошибки.                                       |                   |

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п     | Формулировки вопросов   |
|-----------|---|
| Семестр 7 |   |
| 1         | Направления развития химической технологии. Принципы энерго-, ресурсосбережения в химической промышленности           |
| 2         | Развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий. Требования к организации безотходного производства             |
| 3         | Основные показатели эффективности химических производств. Качество продукта   |
| 4         | Функциональная и иерархическая структура химических производств. Основные технологические компоненты                  |
| 5         | Понятие химико-технологической системы производства. Анализ химико-технологических систем. Виды технологической связи |



|    |  |
|----|--|
| 6  | Классификация видов сырья. Подготовка сырья. Методы очистки и обогащения сырья. Использование отходов производства   |
| 7  | Промышленная водоподготовка. Виды и качество потребляемой в производстве воды  |
| 8  | Энергетические проблемы производства. Классификация и сравнение видов энергии. Основы рационального использования энергии  |
| 9  | Классификация видов топлива. Методы переработки топлива. Важнейшие нефтепродукты   |
| 10 | Классификация и основные характеристики химико-технологических процессов. Понятие технологического режима, принципы его оптимизации  |
| 11 | Термодинамический анализ химических процессов и его применение на практике. Определение термодинамических характеристик реакции  |
| 12 | Равновесие в химических процессах. Влияние различных факторов на положения равновесия. Действие термодинамических факторов на показатели химико-технологических процессов  |
| 13 | Скорость химических процессов. Определение кинетических характеристик реакции. Действие кинетических факторов на показатели химико-технологических процессов   |
| 14 | Влияние температуры на характеристики технологических процессов. Оптимальный температурный режим химико-технологического процесса  |
| 15 | Влияние концентрации реагирующих веществ и давления на характеристики технологических процессов. Кинетические кривые   |
| 16 | Гетерогенные некаталитические химико-технологические процессы. Равновесие и скорость гетерогенных процессов. Понятие области протекания и режима гетерогенного процесса  |
| 17 | Механизм и способы интенсификации гетерогенных химико-технологических процессов различных видов. Классификация гетерогенных химико-технологических процессов   |
| 18 | Механизм и основные показатели каталитических химико-технологических процессов. Применение каталитических процессов в химической промышленности  |
| 19 | Виды и оборудование каталитических химико-технологических процессов. Контактные массы и оборудование для гетерогенного катализа  |
| 20 | Принципы повышения экологической чистоты химико-технологических процессов. Основные методы и технические средства защиты окружающей среды. Очистка промышленных выбросов и сточных вод химического производства. |
| 21 | Применение химических реакторов в химическом производстве. Классификация химических реакторов. Требования, предъявляемые к промышленным химическим реакторам   |
| 22 | Материальный баланс в химических реакторах. Анализ работы химических реакторов. Критерии выбора химического реактора   |
| 23 | Реактор идеального вытеснения. Вывод характеристического уравнения   |
| 24 | Реакторы идеального смешения непрерывного и периодического действия. Вывод характеристического уравнения   |
| 25 | Каскад реакторов идеального смешения. Вывод уравнения, определение числа ступеней каскада  |
| 26 | Температурный режим работы реакторов. Уравнение теплового баланса реактора в интегральном и дифференциальном виде  |
| 27 | Политермический режим работы реакторов. Вывод уравнений теплового баланса  |
| 28 | Изотермический и адиабатический режим работы реакторов. Вывод уравнений теплового баланса. Расчет адиабатического изменения температуры  |
| 29 | Конструктивные особенности химических реакторов. Примеры, характерные для действующего производства  |
| 30 | Проведение химико-технологических процессов в реальных реакторах. Примеры, характерные для действующего производства   |
| 31 | Производство серной кислоты.   |
| 32 | Производство аммиака и азотной кислоты.  |
| 33 | Производство фосфорной кислоты.  |
| 34 | Электрохимические производства.  |
| 35 | Производство металлов.   |
| 36 | Производство силикатных материалов.  |
| 37 | Химические производства в области медицинской химии.   |
| 38 | Производство высокомолекулярных соединений.  |

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. При температуре 773 К константа скорости окисления оксида серы (IV) в оксид серы (VI) составляет  $k_1 = 3,20 \cdot 10^5$ . Определите константу скорости  $k_2$  этой реакции при температуре 793 К. Энергия активации реакции составляет 87900 кДж/моль.

2. Энергия активации реакции  $2A + B = 2C$ , протекающей при температуре 1073 К составляет 89700 кДж/кмоль. В результате применения катализатора она снизилась до 59000 кДж/кмоль. Другие параметры остались неизменными. При какой температуре реакция с участием катализатора может протекать с прежней скоростью?

3. Этиловый спирт образуется при взаимодействии этилена с водой. Рассчитайте выход этилового спирта Фэт при условии многократной циркуляции этилена, если практический расходный коэффициент этилена  $\beta = 0,69$  т/т этилового спирта.

4. Как называются химические производства, в которых действуют замкнутые системы водоснабжения без сброса сточных вод в водоемы? Приведите конкретные примеры

5. Рассчитайте расходные коэффициенты KA и KB для реагентов A и B [моль A(B)/мольR] в химико-технологическом процессе с химической реакцией:  $aA + bB \rightarrow rR(MA, MB, MR, - \text{молярные массы компонентов})$ .

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Обязательное выполнение программы практических занятий, лабораторных работ успешное прохождение текущего контроля.

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

| Автор  | Заглавие   | Издательство   | Год издания | Ссылка  |
|--|--|--|-------------|---|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b>   |  |  |             |   |
| Клементьева, А. В.   | Химическая технология  | Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет» | 2019        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/99523.html">http://www.iprbookshop.ru/99523.html</a>   |
| Собачкина, Т. Н., Петров, Е. С., Баранова, Ю. Б., Андреева, Г. В., Кудрина, Н. В., Мухаметзянова, А. А., Гильманова, Р. З. | Химическая технология органических веществ                       | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет                     | 2018        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/95061.html">http://www.iprbookshop.ru/95061.html</a>   |
| Швалёв, Ю. Б., Горлушко, Д. А.   | Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы | Томск: Томский политехнический университет   | 2019        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/96108.html">http://www.iprbookshop.ru/96108.html</a>   |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>   |  |  |             |   |
| Панов В. П., Бусыгин Н. Ю.   | Инженерная защита окружающей среды                               | СПб.: СПбГУПТД   | 2014        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049</a>       |
| Лезова, С. П.  | Химическая технология  | Москва: Издательский Дом МИСиС   | 2020        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/106746.html">http://www.iprbookshop.ru/106746.html</a>                                       |
| Самарин В. П.  | Общая химическая технология. Лабораторный практикум              | СПб.: СПбГУПТД   | 2015        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2568">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2568</a>       |
| Спицкий С. В.  | Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся      | СПб.: СПбГУПТД   | 2015        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2015811">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2015811</a> |

|                |  |                         |      |   |
|----------------|--|-------------------------|------|---|
| Закгейм, А. Ю. | Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов | Москва: Логос           | 2014 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/66419.html">http://www.iprbookshop.ru/66419.html</a>   |
| Власов П. П.   | Энерго-ресурсосберегающие процессы в защите окружающей среды                           | СПб.: СПбГУПТД          | 2017 | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017608">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017608</a> |
| Ветошкин А. Г. | Основы инженерной защиты окружающей среды  | Москва: Инфра-Инженерия | 2016 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/51730.html">http://www.iprbookshop.ru/51730.html</a>   |

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>
4. Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.
5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL:[http://sutd.ru/studentam/extramural\\_student/](http://sutd.ru/studentam/extramural_student/).

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

- Microsoft Windows
- Интернет-тренажеры в сфере образования

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лабораторные стенды, необходимые для развития практических навыков при проведении лабораторного практикума

| Аудитория            | Оснащение   |
|----------------------|---|
| Компьютерный класс   | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска   |
| Учебная аудитория    | Специализированная мебель, доска  |