

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шевчик Андрей Павлович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 19.01.2023 12:38:15  
Уникальный программный ключ:  
476b4264da36714552dc83748d2961662babc012



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

Утверждаю  
Ректор

\_\_\_\_\_ А.П.Шевчик

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Процессы и аппараты химических технологий**

**Научная специальность**  
**2.6.13. «Процессы и аппараты химических технологий»**

**Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Очная форма обучения

**Санкт-Петербург**  
**2022**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

### РАЗРАБОТЧИКИ

| Должность, ученое звание | Подпись | Фамилия, инициалы |
|--------------------------|---------|-------------------|
| Зав. каф., профессор     |         | Р.Ш. Абиев        |
| Ст. преподаватель        |         | С.Д. Светлов      |
|                          |         |                   |

Рабочая программа дисциплины Процессы и аппараты химических технологий рассмотрена и утверждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2022 г.

### СОГЛАСОВАНО

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| Ответственный за подготовку программы - заведующий кафедрой оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры, профессор |  | Р.Ш. Абиев   |
| Ответственный за подготовку программы - ст. преподаватель кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры      |  | С.Д. Светлов |
| Начальник отдела аспирантуры и докторантуры   |  | О.Н. Еронько |

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов освоения дисциплины.....   | 4  |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....  | 5  |
| 3. Объем дисциплины .....  | 5  |
| 4. Содержание дисциплины.....  | 6  |
| 5. Порядок проведения промежуточной аттестации.....  | 8  |
| 6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....                | 8  |
| 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины ..... | 9  |
| 8. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины.....  | 10 |
| 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине..... | 10 |
| 10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....       | 10 |
| 11. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....               | 11 |

## 1. Перечень планируемых результатов освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – углубленное изучение наиболее важных и актуальных теоретических и практических вопросов, охватываемых паспортом специальности 2.6.13. «Процессы и аппараты химических технологий», приобретение навыков использования научных методов и средств для решения теоретических и прикладных задач научной специальности, подготовка к сдаче кандидатского экзамена по специальности «Процессы и аппараты химических технологий».

Задачи изучения дисциплины:

- углубление и расширение теоретических знаний по процессам и аппаратам химических технологий;
- овладение методами и средствами научного исследования в процессах и аппаратах химических технологий;
- систематизация знаний в области процессов и аппаратов химических технологий;
- подготовка к сдаче кандидатского экзамена по процессам и аппаратам химических технологий.

В результате освоения образовательной программы аспирантуры аспирант должен продемонстрировать следующие результаты освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий»:

- способность демонстрировать и применять углубленные знания в профессиональной деятельности в области процессов и аппаратов химических технологий;
- способность адаптировать новое знание в узкопрофессиональной и междисциплинарной деятельности в области процессов и аппаратов химических технологий;
- способность к самостоятельному построению и аргументированному представлению научной гипотезы;
- свободное владение всеми разделами процессов и аппаратов химических технологий, умение ориентироваться в разнообразии методологических подходов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Процессы и аппараты химических технологий» относится к образовательному компоненту программы аспирантуры и представляет обязательные элективные дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов. Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе аспиранта.

## 3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы   | Всего, академических часов |
|--|----------------------------|
|  | Очная форма обучения       |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(зачетных единиц/ академических часов) | <b>5/ 180</b>              |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                     | <b>40</b>                  |
| Обзорно-установочные лекции и консультации                                     | 40                         |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>104</b>                 |

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Вид учебной работы  | Всего,<br>академических<br>часов |
|   | Очная форма<br>обучения          |
| <b>Форма промежуточной аттестации - кандидатский экзамен (4 сем.)</b> | <b>36</b>                        |

Рабочая программа дисциплины рассчитана на **5 ЗЕТ (180 час.)**, из них около 20% могут составлять аудиторные занятия, включая обзорно-установочные лекции, консультации с преподавателем. Основная часть работы аспиранта является самостоятельной и включает изучение рекомендованной преподавателем литературы, работу с источниками, подготовку к кандидатскому экзамену.

Обзорно-установочные лекции и консультации могут проводиться, в том числе, с использованием дистанционных образовательных технологий, электронного обучения.

#### 4. Содержание дисциплины.

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

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела дисциплины                             | Обзорно-<br>установочные лекции,<br>консультации<br>акад. часы | Самостоятельная<br>работа,<br>акад. часы |
|----------|--|--|--|
| 1.       | Введение. Теоретические основы процессов химической технологии | 4  | 24                                       |
| 2.       | Гидромеханические процессы разделение неоднородных систем      | 12   | 20                                       |
| 3        | Теплообменные процессы и аппараты                              | 12   | 30                                       |
| 4.       | Массообменные процессы и аппараты                              | 12   | 30                                       |

##### 4.2. Обзорно-установочные лекции

| №<br>раздела<br>дисциплины | Наименование тем обзорно-установочной лекции  | Объем,<br>акад.<br>часы |
|----------------------------|---|-------------------------|
| 1                          | Современное состояние химической и других смежных с ней отраслями промышленности.   | 4                       |
| 2                          | Основы составления материального баланса процессов разделения. Характеристики и принципы создания центробежных сил. Фактор разделения. Физические основы процессов разделения неоднородных систем в электрическом поле. Способы создания неоднородных электрических полей. Основные способы и методы интенсификации процессов разделения неоднородных систем. Принципы выбора методов разделения и сравнительные оценки эффективности процессов разделения. | 12                      |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 3 | Основные задачи статики и кинетики процессов теплообмена. Основное уравнение теплопередачи при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Принципы расчета коэффициентов теплопередачи. Движущая сила процессов теплопередачи. Практическое использование уравнения теплопередачи в проектных и поверочных расчётах.  | 12 |
| 4 | Основные задачи статики. Способы выражения составов фаз. Движущие силы процессов массопереноса. Термодинамическое равновесие. Основные задачи кинетики массообменных процессов. Представление о полях концентраций, стационарные и нестационарные поля. Градиент концентраций. Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств. Проблемы масштабного перехода и интенсификации. Увеличение мощности единичных аппаратов. Новые процессы и аппараты. Развитие методов кибернетики применительно к задачам анализа и синтеза химико-технологических систем | 12 |

#### 4.3. Самостоятельная работа аспирантов.

| № раздела дисциплины | Наименование темы обзорно-установочной лекции   | Объем, акад. часы |
|----------------------|---|-------------------|
| 1                    | Современное состояние химической и других смежных с ней отраслями промышленности.   | 24                |
| 2                    | Принципы выбора методов разделения и сравнительные оценки эффективности процессов разделения. Циклонирование и центрифугирование неоднородных систем.   | 20                |
| 3                    | Классификация способов переноса теплоты. Стационарный и нестационарный процессы теплопереноса. Движущие силы процессов теплообмена. Тепловое равновесие. Теплообмен в условиях естественной и вынужденной конвекции. Уравнение теплоотдачи, коэффициент теплоотдачи и движущая сила. Представления о механизме процесса конвективного теплообмена в условиях ламинарного и турбулентного потоков. Тепловой пограничный слой. Температурное поле в условиях конвекции. Общий вид критериальных уравнений для расчета конвективного теплообмена.  | 30                |
| 4                    | Основные законы межфазового равновесия. Графическое изображение состояния равновесия между фазами для бинарных систем ( $y-x$ диаграммы). Основные модели механизмов массопереноса на границе раздела фаз. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи. Уравнения массопередачи, определение средних движущих сил процессов массопередачи. Основные кинетические показатели процесса массопередачи и методы их расчёта: коэффициенты массопередачи, в т.ч. объёмный коэффициент массопередачи, общие и частные числа единиц переноса (ОЧЕП и ЧЕП) и высоты единиц переноса (ОВЕП и ВЕП). | 30                |

## 5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме кандидатского экзамена в соответствии с избранной специальностью.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных результатов обучения по дисциплине и комплектуется вопросами, представленными в программе кандидатского экзамена по научной специальности 1.4.4 Процессы и аппараты химических технологий.

## 6. Рекомендуемая литература

### а) печатные издания:

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии/ А.Г. Касаткин. - 14-е изд. (перепечатано с 9-го изд. 1973 г.). – М.:Альянс, 2014. – 752 с.
2. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие для вузов/ В.Ф. Фролов. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2008. - 607 с.
3. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В 2-х кн.: Учебник для вузов/ Ю.И. Дытнерский. – М.: Альянс, 2015.
4. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи)/ П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. - 3-е изд. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2010. –543 с.
5. Романков, П.Г. Массообменные процессы химической технологии/ П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2011. – 438с.
6. Основы проектирования химических производств: Учебник для вузов/ В. И. Косинцев, А.И. Михайличенко, Н.С. Крашенинникова, В.М. Сутягин, В.М. Миронов. – М.: Академкнига, 2006. – 332 с.
7. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Ю.И. Дытнерский. – М.: Альянс, 2015. – 496 с.

### б) электронные издания

1. Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии : Учебное пособие / Д. А. Баранов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - 408 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-4984-2. // Лань: электронно-библиотечная система. URL <https://e.lanbook.com>. Режим доступа по подписке
2. Разинов, А.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Химическая технология" / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. - Санкт-Петербург, Лань, 2022. – 688 с. - ISBN 978-5-507-44090-0. // Лань: электронно-библиотечная система. URL <https://e.lanbook.com>. Режим доступа по подписке

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Патентные базы данных:

<http://www.uspto.gov>; <http://ep.espacenet.com>; <http://www.derwent.com>.

Поиск информации в электронных библиотеках:

- WEB of Science, WOS <http://www.chemweb.com>,
- Электронная библиотека РФФИ e-library <http://elibrary.ru> <http://e-library.ru>

- Scirus <http://www.scirus.com>
- Sciencedirect <http://www.sciencedirect.com>
- PubMed, PubMedCentral, Biomedcentral <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov> <http://www.biomedcentral.com>
- CAS <http://www.cas.org> <http://www.chemport.org> <http://www.chemistry.org>  
<http://www.pubs.acs.org>
- CiteXplore <http://www.ebi.ac.uk/citexplore>
- CSA <http://www.csa.com>
- Сайты международных издательств научной литературы (ACS, RSC, J. Wiley IS, M. Dekker, Elsevier, Taylor & Francis Web site, CRC Press Web site).
- Проект Гугл Академия <https://scholar.google.ru/>
- Библиоменеджер Mendeley <https://www.mendeley.com/>

## **8. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины.**

Методические указания для аспирантов по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для аспирантов является:

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

В ходе обзорно-установочных лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

В ходе лекций аспирантам рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений или процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Самостоятельная работа – ключевой аспект освоения аспирантом дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий», основывающийся на понимании материала, излагаемого в ходе обзорно-установочных лекций, самостоятельном поиске, подборе и обработке информации. При этом значительную часть необходимых для освоения курса данных необходимо будет найти в научной литературе.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **9.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с аспирантами посредством электронной почты.

### **9.2. Программное обеспечение.**

Windows XP Starter Edition. (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Microsoft Office (Microsoft Excel): Office 2007 Russian OLP NL AE

(Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Office Std 2013 Rus OLP NL (Контракт № 02(03)15 от 15.01.2015, срок действия -20 лет), LibreOffice (открытая лицензия), стандартные компьютерные программы, находящиеся в свободном доступе, в частности, Mathcad 14. Professional, Microsoft Excel, Image J.

#### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Для ведения лекций используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Материально-техническое обеспечение дисциплины: доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет и оснащенных средствами медиапрезентаций (медиакоммуникаций);

#### **11. 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 28.08.2014г.