

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Российский химико-технологический  
университет имени Д.И. Менделеева»  
в городе Ташкенте (Республика Узбекистан)**

---

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Исполнительный директор

\_\_\_\_\_ Б.Э. Нурматов

«29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Применение САПР для проектирования производств биологически активных  
веществ и химико-фармацевтических средств»**

**Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа – «Химическая технология биологически  
активных веществ»**

**Квалификация «магистр»**

**Ташкент 2024**

Программа составлена преподавателями кафедры химии и технологии органического синтеза РХТУ имени Д.И. Менделеева:

к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органического синтеза РХТУ имени Д.И. Менделеева С.Н. Мантров;

ассистент кафедры химии и технологии органического синтеза РХТУ имени Д.И. Менделеева П.А. Нефёдов.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии органического синтеза

«26» апреля 2024 г., протокол №7

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Химии и технологии органического синтеза** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **"Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств"** относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений и рассчитана на изучение в одном семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органического синтеза, в частности в области химии и технологии органических веществ, а также в области процессов и аппаратов химической технологии, физической химии и общей химической технологии.

**Цель дисциплины** – повышение научно-технической и методологической компетенции магистранта, необходимых для решения задач, связанных с проектированием и расчетом промышленных химико-технологических систем при помощи ЭВМ средствами систем автоматизированного проектирования ChemCAD, HYSYS, ChemProject.

### **Задачи дисциплины:**

- освоить современные методы расчета гидродинамической, теплообменной, массообменной аппаратуры и оптимизации параметров химико-технологических систем;
- изучить принципы проектирования современных производств биологически активных веществ и методы расчета аппаратов в программных комплексах ChemCAD и HYSYS;
- сформировать навыки работы в программных пакетах САПР для проектных расчетов, связанных материальными и энергетическими потоками аппаратов, составляющих комплекс производства и умения строить и анализировать зависимость изменения условий проведения процесса в одном аппарате на параметры всей системы.

Дисциплина **"Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств"** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Задача профессиональной деятельности   | Объект или область знания   | Код и наименование ПК   | Код и наименование индикатора достижения ПК  | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции  |
|--|---|---|--|--|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>  |   |   |  |  |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации. | Химическое, химико-технологическое производство<br><br>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико- | <b>ПК-2.</b> Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи | <b>ПК-2.1.</b> Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.  | Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б). |
|  |   |   | <b>ПК-2.2.</b> Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.   |  |
|  |   |   | <b>ПК-2.3.</b> Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования. |  |

| Задача профессиональной деятельности | Объект или область знания       | Код и наименование ПК   | Код и наименование индикатора достижения ПК  | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции |
|--------------------------------------|---------------------------------|---|--|---|
|                                      | технологического производства). | <b>ПК-4.</b> Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области биологически активных веществ. | <b>ПК-4.2.</b> Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.  |   |
|                                      |                                 | <b>ПК-5.</b> Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области химии и технологии биологически активных веществ.     | <b>ПК-5.1.</b> Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.                                |   |
|                                      |                                 |   | <b>ПК-5.3.</b> Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности. |   |

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- современные методы расчета гидродинамической, теплообменной, массообменной аппаратуры с помощью систем автоматизированного проектирования ChemCAD, HYSYS и ChemProject;
- теоретические основы методик расчета современной промышленной аппаратуры в зависимости от задачи;
- основы расчета реакторов смешения и вытеснения с использованием сложных кинетических зависимостей проводимых процессов средствами САПР;
- принципы расчета и выбора методов разделения индивидуальных компонентов в производствах БАВ с помощью систем автоматизированного проектирования.

*Уметь:*

- использовать программные пакеты ChemCAD, HYSYS и ChemProject для расчета заданных свойств при требуемых параметрах системы;
- использовать программные пакеты ChemCAD, HYSYS и ChemProject для проектных расчетов отдельных аппаратов химико-технологического профиля;
- использовать программные пакеты САПР для проектных расчетов, связанных материальными и энергетическими потоками аппаратов, составляющих комплекс производства и уметь строить и анализировать зависимость изменения условий проведения процесса в одном аппарате на параметры всей системы.

*Владеть:*

- методами расчета аппаратов, используемых в производствах биологически активных веществ;
- теоретическими основами современных методов компьютерного расчета массообменных и теплообменных процессов;
- принципами проектирования крупных современных производств биологически активных веществ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины |            |              |
|--|------------------|------------|--------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр.ч.      |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,42</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,47</b>      | <b>17</b>  | <b>12,75</b> |
| Лекции   | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Практические занятия                               | 0,95             | 34         | 25,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>0,47</i>      | <i>17</i>  | <i>12,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>0,95</b>      | <b>57</b>  | <b>42,75</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 1,58             | 57         | 42,75        |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 1                | 0,3        | 0,23         |
| Подготовка к экзамену.                             |                  | 35,7       | 26,77        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Экзамен</b>   |            |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины   | Академ. часов |                                       |             |                                       |               |                                       |                     |                                       |                     |
|-----------|---|---------------|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|
|           |   | Всего         | в т.ч.<br>в<br>форм<br>е пр.<br>подг. | Лек-<br>ции | в т.ч.<br>в<br>форм<br>е пр.<br>подг. | Прак.<br>зан. | в т.ч.<br>в<br>форм<br>е пр.<br>подг. | Лаб.<br>рабо-<br>ты | в т.ч.<br>в<br>форм<br>е пр.<br>подг. | Сам.<br>рабо-<br>та |
| <b>1.</b> | <b>Введение</b>   | <b>2</b>      | <b>-</b>                              | <b>1</b>    | <b>-</b>                              | <b>-</b>      | <b>-</b>                              | <b>-</b>            | <b>-</b>                              | <b>1</b>            |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 1.</b><br>Современные методы расчета свойств<br>материальных потоков.   | <b>5</b>      | <b>2</b>                              | <b>1</b>    | <b>-</b>                              | <b>2</b>      | <b>2</b>                              | <b>-</b>            | <b>-</b>                              | <b>2</b>            |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 2.</b><br>Программные методы расчета и<br>моделирования теплообменной<br>аппаратуры.                                    | <b>5</b>      | <b>2</b>                              | <b>1</b>    | <b>-</b>                              | <b>2</b>      | <b>2</b>                              | <b>-</b>            | <b>-</b>                              | <b>2</b>            |
| <b>4.</b> | <b>Раздел 3.</b><br>Программные методы расчета и<br>моделирования массообменной<br>аппаратуры разделения материальных<br>потоков. | <b>21</b>     | <b>8</b>                              | <b>3</b>    | <b>-</b>                              | <b>8</b>      | <b>8</b>                              | <b>-</b>            | <b>-</b>                              | <b>10</b>           |
| <b>5.</b> | <b>Раздел 4.</b><br>Современные методы расчета<br>химических реакторов и<br>моделирования химических реакций.                     | <b>36</b>     | <b>12</b>                             | <b>6</b>    | <b>-</b>                              | <b>12</b>     | <b>12</b>                             | <b>-</b>            | <b>-</b>                              | <b>18</b>           |
| <b>6.</b> | <b>Раздел 5.</b><br>Современные методы моделирования<br>химико-технологических систем в<br>производствах БАВ.                     | <b>26</b>     | <b>6</b>                              | <b>3</b>    | <b>-</b>                              | <b>6</b>      | <b>6</b>                              | <b>-</b>            | <b>-</b>                              | <b>17</b>           |

|           |  |            |           |           |          |           |    |          |          |           |
|-----------|--|------------|-----------|-----------|----------|-----------|----|----------|----------|-----------|
| <b>7.</b> | <b>Раздел 6.</b><br>Современные методы<br>автоматизированного расчета<br>себестоимости химического<br>производства | <b>13</b>  | <b>4</b>  | <b>2</b>  | <b>-</b> | <b>4</b>  | 4  | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>7</b>  |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>108</b> | <b>34</b> | <b>17</b> | <b>-</b> | <b>34</b> | 34 | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>57</b> |
|           | <b>Экзамен</b>   | <b>0,4</b> |           |           |          |           |    |          |          |           |
|           | Подготовка к экзамену  | 35,6       |           |           |          |           |    |          |          |           |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>144</b> |           |           |          |           |    |          |          |           |



## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### **Введение.**

Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы. Знакомство с современными системами автоматизированного проектирования в химической технологии, с базами данных.

**Раздел 1. Современные методы расчета свойств материальных потоков.** Методы расчета свойств потоков растворов и парогазовых смесей по экспериментальным данным. Моделирование и построение графиков и диаграмм свойств потока в зависимости от термобарических условий. Применение и реализация расчетов в различных базах данных.

**Раздел 2. Программные методы расчета и моделирования теплообменной аппаратуры.** Расчет кожухотрубчатых, воздушных и пластинчатых теплообменных аппаратов в программных пакетах ChemCAD и HYSYS. Подбор составных частей теплообменной аппаратуры в зависимости от условий. Поверочный и проектный расчет теплообменников без фазовых переходов. Поверочный и проектный расчет испарителей. Поверочный и проектный расчет конденсаторов. Стоимостные расчеты.

**Раздел 3. Программные методы расчета и моделирования массообменной аппаратуры разделения материальных потоков.** Виды расчетов ректификационных колонн. Моделирование и построение диаграмм ТР-ХУ. Моделирование сепараторов. Моделирование простой перегонки. Расчет модуля ректификации Shor. Расчет модуля ректификации Tower. Расчет модуля ректификации/абсорбции с учетом химической реакции SCDS. Абсорбция с использованием пакетов расчета равновесной диссоциации электролитов. Моделирование ректификации в динамике.

**Раздел 4. Современные методы расчета химических реакторов и моделирования химических реакций.** Виды расчетов химических реакторов в производствах БАВ. Стехиометрические реактора. Термодинамические реактора. Равновесные реактора. Кинетические реактора. Модуль расчета Batch. Химические реактора в динамическом и стационарном режиме.

**Раздел 5. Современные методы моделирования химико-технологических систем в производствах БАВ.** Основы построения химико-технологических систем в производствах БАВ. Комплексные подходы к расчету систем к замкнутым контурам рециркуляции. Моделирование и использование средств автоматизации и контроля. Анализ параметрической чувствительности. Оптимизация.

**Раздел 6. Современные методы автоматизированного расчета себестоимости химического производства.** Расчет стоимости материалов и реагентов для синтеза химических веществ. Расчет стоимости выделения индивидуальных веществ из реакционной массы. Расчет временных затрат. Комплексный расчет себестоимости производства.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 | Раздел 6 |
|----|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|    | <b>Знать:</b>   |          |          |          |          |          |          |
| 1  | современные методы расчета гидродинамической, теплообменной, массообменной аппаратуры с помощью систем автоматизированного проектирования ChemCAD, HYSYS и ChemProject;   | +        | +        | +        | +        | +        | -        |
| 2  | теоретические основы методик расчета современной промышленной аппаратуры в зависимости от задачи;   | +        | +        | +        | +        | +        | -        |
| 3  | основы расчета реакторов смешения и вытеснения с использованием сложных кинетических зависимостей проводимых процессов средствами САПР;   | -        | -        | -        | +        | +        | -        |
| 4  | принципы расчета и выбора методов разделения индивидуальных компонентов в производствах БАВ с помощью систем автоматизированного проектирования;  | -        | +        | +        | -        | -        | -        |
|    | <b>Уметь:</b>   |          |          |          |          |          |          |
| 5  | использовать программные пакеты ChemCAD, HYSYS и ChemProject для расчета заданных свойств при требуемых параметрах системы;   | +        | +        | +        | +        | +        | +        |
| 6  | использовать программные пакеты ChemCAD, HYSYS и ChemProject для проектных расчетов отдельных аппаратов химико-технологического профиля;  | +        | +        | +        | +        | +        | -        |
| 7  | использовать программные пакеты САПР для проектных расчетов, связанных материальными и энергетическими потоками аппаратов, составляющих комплекс производства и уметь строить и анализировать зависимость изменения условий проведения процесса в одном аппарате на параметры всей системы; | -        | -        | +        | +        | +        | -        |
|    | <b>Владеть:</b>   |          |          |          |          |          |          |
| 8  | методами расчета аппаратов, используемых в производствах биологически активных веществ;   | -        | +        | +        | +        | +        | -        |
| 9  | теоретическими основами современных методов компьютерного расчета массообменных и теплообменных процессов;  | +        | +        | +        | +        | +        | -        |
| 10 | принципами проектирования крупных современных производств биологически активных веществ;  | -        | +        | +        | +        | +        | +        |

|    | Код и наименование ПК  | Код и наименование индикатора достижения ПК   |   |   |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи | ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.  | + | + | + | + | + | + |
| 12 |  | ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.   | + | + | + | + | + | + |
| 13 |  | ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования. | + | + | + | + | + | + |
| 14 | ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области биологически активных веществ.                         | ПК-4.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.                | + | + | + | + | + | + |
| 15 | ПК-5. Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области химии и технологии биологически активных веществ.                             | ПК-5.1. Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.  | - | + | + | + | + | + |

|    |  |  |   |   |   |   |   |   |
|----|--|--|---|---|---|---|---|---|
| 16 |  | <b>ПК-5.3.</b> Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности. | + | + | + | + | + | + |
|----|--|--|---|---|---|---|---|---|

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п  | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Количество акад. часов |
|--------|----------------------|---|------------------------|
| 1      | 1                    | Знакомство с современными САПР производств БАВ.   | 2                      |
| 2      | 2                    | Современные методы расчета свойств материальных потоков.  | 2                      |
| 3      | 3                    | Программные методы расчета и моделирования теплообменной аппаратуры. Проектные расчеты в программных пакетах ChemCAD и HYSYS.                                     | 8                      |
| 4      | 4                    | Программные методы расчета и моделирования массообменной аппаратуры разделения материальных потоков. Ректификация и сепараторы.                                   | 12                     |
| 5      | 5                    | Современные методы расчета химических реакторов и моделирования химических реакций. Стехиометрические реактора. Термодинамические реактора. Равновесные реактора. | 1,5                    |
| 6      |                      | Современные методы расчета химических реакторов и моделирования химических реакций. Кинетические реактора.  | 1,5                    |
| 7      |                      | Современные методы расчета химических реакторов и моделирования химических реакций. Модуль Batch.   | 1,5                    |
| 8      |                      | Современные методы расчета химических реакторов и моделирования химических реакций. Динамические расчеты.   | 1,5                    |
| 9      | 6                    | Современные методы моделирования химико-технологических систем. Оптимизация и анализ.   | 2                      |
| 10     |                      | Современные методы автоматизированного расчета себестоимости химического производства.  | 2                      |
| Итого: |                      |   | 34                     |

### 6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума учебным планом дисциплины *«Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств»* не предусмотрено.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров, участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала, подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче расчетно-графической работы (1 семестр);
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 семестр) по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 35 баллов), расчетно-графической работы (25 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примеры тем расчетно-графической работы.

Для текущего контроля предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (25 баллов).

1. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство нитроглицерина производительностью 25 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.

2. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство ацетилсалициловой кислоты производительностью 15 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.

3. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство 2,4-D производительностью 50 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.

4. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство гетероауксина производительностью 500 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости

производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.

5. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство ДДТ производительностью 15 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе: по разделам 1-3 и по 4-6. Максимальная оценка за контрольные работы №1 и №2 (1 семестр) составляет 35 баллов, 15 баллов за контрольную работу №1 и 20 баллов за контрольную работу №2. 25 баллов отводятся на расчетно-графическую работу.

**Раздел 1-3. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 6 вопросов: 1 вопрос – 1 балл, 2 вопрос – 1 балл, 3 вопрос - 2 балла, 4 вопрос - 4 балла, 5 вопрос - 2 балла и 6 вопрос - 5 баллов.**

1. Методы расчета свойств потоков растворов и парогазовых смесей по экспериментальным данным.
2. Основы и принципы выбора термодинамической системы моделирования.
3. Моделирование и построение графиков и диаграмм свойств потока в зависимости от термобарических условий.
4. Применение и реализация расчетов в системах автоматизированного проектирования.
5. Расчет кожухотрубчатых теплообменников.
6. Расчет кожухотрубчатых испарителей.
7. Расчет кожухотрубчатых конденсаторов.
8. Расчет воздушных теплообменников.
9. Расчет пластинчатых теплообменников.
10. Подбор составных частей теплообменной аппаратуры в зависимости от условий.
11. Стоимостные расчеты теплообменной аппаратуры.
12. Проектные расчеты ректификации.
13. Поверочные расчеты ректификации.
14. Проектные расчеты сепарирования.
15. Поверочные расчеты сепарирования.
16. Проектные расчеты простой перегонки.
17. Поверочные расчеты простой перегонки.
18. Моделирование и построение диаграмм  $tp$ -ху.
19. Расчет модуля ректификации shor.
20. Расчет модуля ректификации tower.
21. Расчет модуля ректификации/абсорбции с учетом химической реакции scds.
22. Абсорбция с использованием пакетов расчета равновесной диссоциации электролитов.
23. Моделирование ректификации в динамике.

**Вариант1.** После первой стадии получения 2,4-D через центробежный насос с КПД 0.97 поток фенола 500 кг/ч, п-хлорфенола 300 кг/ч и 2,4-дихлорфенола 100 кг/ч с температурой 100°C и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 160°C перекрестным потоком 2,4-дихлорфенола. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 200°C, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (фенол не менее 99,9% масс, ХФ не менее 99,8% масс., ДХФ не

менее 99,9%). Полученный чистый ДХФ, поступая в теплообменник 1, нагревает исходную смесь.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар.

Задание:

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы фенол, ХФ, ДХФ при постоянном значении фенола = 0,2 мольн. %.
2. Найдите значение поверхностного натяжения смеси ХФ-ДХФ (80/20 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток ДХФ, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из первой колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости: **давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) +0,6 бара** (на потери в обоих теплообменниках). Пределы изменения выходного давления насоса от 0,6 бара (абс.) до 1 бара.

| Вопрос № 1 | Вопрос № 2 | Вопрос № 3 | Вопрос № 4 | Вопрос № 5 | Вопрос № 6 | Итого |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| 1          | 1          | 2          | 4          | 2          | 5          | 15    |

**Раздел 4-6. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса: 1 вопрос – 10 баллов, 2 вопрос – 5 баллов и 3 вопрос - 5 баллов.**

1. Виды расчетов химических реакторов.
2. Расчет стехиометрических и термодинамических реакторов
3. Расчет равновесных реакторов;
4. Расчет кинетических реакторов;
5. Динамические расчеты реакторов;
6. Расчет реакторов batch модуля.
7. Основы построения химико-технологических систем.
8. Эксергия;
9. Эксергетический КПД. Минимизация потерь.
10. Моделирование ХТС;
11. Использование приборов автоматизации при проектировании ХТС;
12. Оптимизация производства;
13. Анализ производства
14. Расчет стоимости материалов и реагентов для синтеза химических веществ.
15. Расчет стоимости выделения индивидуальных веществ из реакционной массы.
16. Расчет временных затрат.
17. Комплексный расчет себестоимости производства.



**Вариант 1.** В термодинамической системе NRTL/Latent Heat в динамическом режиме в реакторе с мешалкой объемом 2500 л проводится обменная реакция 629.17 кг изобутилового спирта с 384,4 кг сухого хлороводорода при температуре 100 °С и давлении 35 бар.

Уравнения кинетической реакции задается в виде формулы Visual Basic; единицы измерения: моли, минуты, л, кДж.

Энергия активации реакции получения третбутилхлорида: 36 кДж/моль, а изобутилхлорида 41 кДж/моль. Предэкспоненциальные множители: 43 и 42, соответственно.

**Задания по модели:**

1. Реализуйте технологическую схему этого процесса в хемкаде и покажите зависимость данного процесса во времени;

2. При успешном выполнении п.1, необходимо реализовать полупериодический режим проведения процесса путем введения в реактор после 160 ч реакции 0,0047 кг/ч смеси изобутанола и хлороводорода (1 к 1). Избыточный хлороводород и изобутилхлорид в этом случае будут уходить с газообразными продуктами реакции при сохранении давления, а избыточный изобутанол и третбутилхлорид через слив реактора с расходом 0,004 кг/ч.

3. Учитывая, что, выходя из реактора жидкий поток подается на ректификацию, начертите зависимость кол-ва моль третбутилхлорида во времени, выходящего с верха дистилляционной колонны (Тowr), при условии, что коэффициент выделения третбутилхлорида в дистилляте и изобутанола в кубе будет 0,95.

| Вопрос № 1 | Вопрос № 2 | Вопрос № 3 | Итого |
|------------|------------|------------|-------|
| 10         | 5          | 5          | 20    |

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).**

**Экзамен** по дисциплине «*Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств*» проводится в I семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы **экзамена** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 8 баллов, за второй – 20 баллов и за третий – 12 баллов.

**8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).**

**Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов**

1. Современные системы автоматизированного проектирования в химической технологии, с базами данных.
2. Современные методы расчета свойств материальных потоков.
3. Методы расчета свойств потоков растворов и парогазовых смесей по экспериментальным данным.
4. Моделирование и построение графиков и диаграмм свойств потока в зависимости от термобарических условий.
5. Применение и реализация расчетов в системах автоматизированного проектирования.
6. Программные методы расчета и моделирования теплообменной аппаратуры.
7. Расчет кожухотрубчатых, воздушных и пластинчатых теплообменных аппаратов в программных пакетах ChemCAD и HYSYS.
8. Подбор составных частей теплообменной аппаратуры в зависимости от условий.

9. Поверочный и проектный расчет теплообменников без фазовых переходов.
10. Поверочный и проектный расчет испарителей.
11. Поверочный и проектный расчет конденсаторов.
12. Стоимостные расчеты теплообменных аппаратов.
13. Программные методы расчета и моделирования массообменной аппаратуры разделения материальных потоков.
14. Виды расчетов ректификационных колонн.
15. Моделирование и построение диаграмм ТР-ХУ.
16. Моделирование сепараторов.
17. Моделирование простой перегонки.
18. Расчет модуля ректификации Shor.
19. Расчет модуля ректификации Tower.
20. Расчет модуля ректификации/абсорбции с учетом химической реакции SCDS.
21. Абсорбция с использованием пакетов расчета равновесной диссоциации электролитов.
22. Моделирование ректификации в динамике.
23. Современные методы расчета химических реакторов и моделирования химических реакций.
24. Виды расчетов химических реакторов в системах автоматизированного проектирования.
25. Расчет стехиометрических реакторов.
26. Расчет термодинамических реакторов.
27. Расчет равновесных реакторов.
28. Расчет кинетических реакторов.
29. Модуль расчета Batch.
30. Химические реакторы в динамическом и стационарном режиме.
31. Современные методы моделирования химико-технологических систем.
32. Основы построения химико-технологических систем.
33. Комплексные подходы к расчету систем с замкнутым контуром рециркуляции.
34. Моделирование и использование средств автоматизации и контроля.
35. Анализ параметрической чувствительности химико-технологических систем.
36. Оптимизация химико-технологических систем.
37. Современные методы автоматизированного расчета себестоимости химического производства.
38. Расчет стоимости материалов и реагентов для синтеза химических веществ.
39. Расчет стоимости выделения индивидуальных веществ из реакционной массы.
40. Расчет временных затрат.
41. Комплексный расчет себестоимости производства.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (I семестр).

*Экзамен* по дисциплине «*Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств*» проводится в I семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным

разделам. Ответы на вопросы **экзамена** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 8 баллов, второй – 20 баллов, третий вопросы – 12 баллов.

Пример билета для **экзамена**:

|  |   |
|--|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>_____ А.У. Абдурахимова</p>   | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b><br/><b>Филиал РХТУ им. Д.И. Менделеева в г. Ташкенте</b><br/><b>(Республика Узбекистан)</b></p> |
| <p>«__» _____ 20__ г.</p>  | <p><b>18.04.01 Химическая технология</b><br/><b>Магистерская программ «Химическая технология</b><br/><b>биологически активных веществ»</b></p>        |
|  | <p><b>«Применение САПР для проектирования производств</b><br/><b>биологически активных веществ и химико-</b><br/><b>фармацевтических средств»</b></p> |
| <p style="text-align: center;"><b>Экзаменационный билет № 1</b></p> <p>1. Рассчитать теплообменник для конденсации 150 кг/ч сухого насыщенного пара CO<sub>2</sub> под давлением <math>p_{абс}=6,0</math> МПа. Жидкий CO<sub>2</sub> выходит из конденсатора под тем же давлением при температуре конденсации. Принимая разность температур CO<sub>2</sub> и воды на выходе из конденсатора 9 К, определить необходимый расход воды, если она поступает в конденсатор с температурой 10 °С.</p> <p>С помощью программного пакета Aspen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. рассчитать необходимую поверхность теплообмена, основываясь на стоимости готового теплообменника.</li> <li>2. вывести чертеж рассчитанного теплообменника.</li> <li>3. определить коэффициенты теплопередачи.</li> </ol> <p>2. В изотермическом реакторе проточного типа объемом 6 м<sup>3</sup> при температуре 200°С и давлении 0,5 бар (абс.) в паровой фазе происходит реакция окисления толуола кислородом воздуха с получением бензойной кислоты. Кинетические параметры процесса:</p> $R_{xnRate001} = \text{Exp} (16.17-8970/(Temp+273)) * C_{O_2}$ <p>При следующих единицах задания кинетических данных: кДж, м<sup>3</sup>, грам*моли, килограммы, секунды).</p> <p>На основе исходных данных смоделировать и найти:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Найти конверсию исходного толуола в данных условиях при расходе толуола при времени удерживания паров толуола 20 ч;</li> <li>2. Выполнить анализ параметрической чувствительности кол-ва прореагировавшего толуола от температуры;</li> <li>3. Предложить и смоделировать технологическую схему процесса с выделением конечного продукта, максимально понизив тепловые потери (использовать рекуперацию энергии путем использования рецикла);</li> </ol> <p>При решении задачи следует нивелировать тепловые удары горячих потоков для оборудования. По возможности, реализовать рецикл непрореагировавших реагентов. Термодинамическая система NRTL</p> <p>3. Вопрос по расчетно-графической работе</p> |   |

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1.Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Зиятдинов Н.Н. Лаптева Т.В. Математическое моделирование Химико-технологических систем с использованием программы chemcad. Учебно-методическое пособие. -Казань: Казан. гос. технол. ун-т., 2008. — 160 с.
2. Гартман, Т. Н., Клушин Д. В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов - М. : Академкнига, 2008. - 415с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Перерва О. В., Гартман Т. Н. Компьютерное моделирование статических и динамических режимов работы ректификационных установок: практическое руководство для проектировщиков. — ДеЛи Плюс Москва, 2016. — С. 206.
2. Введение в информационные системы предприятий химической промышленности: учебное пособие / Т. Н. Гартман [и др.]. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. - 103 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- учебные пособия по дисциплине;
- раздаточный материал к разделам лекционного курса и к практическим занятиям по дисциплине;
- электронные презентации к разделам лекционного курса;
- справочные материалы в печатном и электронном виде;
- кафедральные библиотеки электронных изданий.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Агрохимия» ISSN 0002-1881
- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://lib.muctr.ru/> - фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д. И. Менделеева.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 486);

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные,

справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств»* проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебные пособия по дисциплине.

Раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные презентации к разделам лекционного курса.

Справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами.

Проекторы и экраны.

Копировальные аппараты.

Локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

| № п.п. | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки                | Срок окончания действия лицензии  |
|--------|---|--|---|
| 1.     | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine  | Контракт № 62-64ЭА/2013<br>от 02.12.2013   | бессрочно   |
| 2.     | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013<br>от 02.12.2013   | бессрочная  |
| 3.     | WINHOME 10 Russian OLV NL<br>Each AcademicEdition   | Контракт № 28-35ЭА/2020<br>от 26.05.2020   | бессрочно   |
| 4.     | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li></ul> | Контракт №175- 262ЭА/2019<br>от 30.12.2019 | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 5.     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Договор № 99-155ЭА-<br>223/2024            | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов  | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|--|--|
| <b>Раздел 1.</b><br>Современные методы расчета свойств материальных потоков.   | <p><i>Знает:</i><br/>Современные методы расчета свойств материальных потоков;<br/>основы работы с программным обеспечением САПР.</p> <p><i>Умеет:</i><br/>с помощью программ ChemCAD и HYSYS вычислить спектр свойств химических потоков любого состава для заданных термобарических условий;<br/>строить графические зависимости свойств потока от условий измерения.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>навыками поиска и расчета нужных свойств для нужных потоков средствами САПР.</p>   | <p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр);</p> <p>Оценка за выполнение расчетно-графической работы (1 семестр);</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b> (1 семестр)</p> |
| <b>Раздел 2.</b><br>Программные методы расчета и моделирования теплообменной аппаратуры.                                 | <p><i>Знает:</i><br/>– общие методы расчета теплообменных аппаратов;<br/>– проектные и поверочные методы расчета кожухотрубчатых, пластинчатых и воздушных теплообменников;<br/>– применимость различных теплообменников для поставленных задач;<br/>– выбор материалов теплообменных устройств для поставленных задач проектирования.</p> <p><i>Умеет:</i><br/>– сделать поверочный и проектный расчет кожухотрубчатых, пластинчатых и воздушных теплообменников в соответствии с поставленной задачей проектирования средствами САПР.</p> <p><i>Владеет:</i><br/>– навыками использования САПР для решения задач по подбору и расчету теплообменного оборудования.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр);</p> <p>Оценка за выполнение расчетно-графической работы (1 семестр);</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b> (1 семестр)</p> |
| <b>Раздел 3.</b><br>Программные методы расчета и моделирования массообменной аппаратуры разделения материальных потоков. | <p><i>Знает:</i><br/>– общие методы расчета массообменных аппаратов;<br/>– проектные и поверочные методы расчета сепараторов, установок простой перегонки и ректификационных колонн;<br/>– применимость различных аппаратов разделения веществ на основе их летучести для поставленных задач;</p>  | <p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр);</p> <p>Оценка за выполнение расчетно-графической работы (1 семестр);</p>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбор материалов массообменных устройств для поставленных задач проектирования.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сделать поверочный и проектный расчет сепараторов, установок простой перегонки и ректификационных колонн в соответствии с поставленной задачей проектирования средствами САПР.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования САПР для решения задач по подбору и расчету массообменного оборудования для разделения веществ по их летучести.</li> </ul>  | Оценка за <b>экзамен</b> (1 семестр)   |
| <b>Раздел 4.</b><br>Современные методы расчета химических реакторов и моделирования химических реакций. | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– общие методы расчета реакционного оборудования;</li> <li>– проектные и поверочные методы расчета химических реакторов;</li> <li>– применимость различных видов реакторов для поставленных задач;</li> <li>– выбор материалов химических реакторов для поставленных задач проектирования.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сделать поверочный и проектный расчет химических реакторов в соответствии с поставленной задачей проектирования средствами САПР.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования САПР для решения задач по подбору и расчету массообменного оборудования для проведения химических реакций.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр);</p> <p>Оценка за выполнение расчетно-графической работы (1 семестр);</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b> (1 семестр)</p> |
| <b>Раздел 5.</b><br>Современные методы моделирования химико-технологических систем в производствах БАВ. | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы расчета ХТС средствами САПР;</li> <li>– методы оптимизации и анализа при проектировании ХТС.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– делать оптимизацию и анализ рассчитанной в САПР ХТС;</li> <li>– предложить решение по оптимизации ХТС.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования САПР для решения задач по комплексному расчету ХТС и их оптимизации.</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр);</p> <p>Оценка за выполнение расчетно-графической работы (1 семестр);</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b> (1 семестр)</p> |



|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Раздел 6.</b><br>Современные<br>методы  | <i>Знает:</i><br>– общие принципы расчета себестоимости производства средствами  | Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр);  |
| автоматизированног<br>о расчета<br>себестоимости<br>химического<br>производства. | <i>САПР.</i><br><i>Умеет:</i><br>– провести оценку себестоимости производства с помощью программы ChemProject<br><i>Владеет:</i><br>– навыками автоматизированного расчета себестоимости химического производства. | Оценка за выполнение расчетно-графической работы (1 семестр);<br><br>Оценка за <b>экзамен</b> (1 семестр) |

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Применение САПР для проектирования производств биологически  
активных веществ и химико-фармацевтических средств»**

**основной образовательной программы**

Направление подготовки 18.04.01 – Химическая технология  
Магистерская программа «Химическая технология биологически активных  
веществ»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                             |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«___» _____ 20__ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«___» _____ 20__ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«___» _____ 20__ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«___» _____ 20__ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«___» _____ 20__ г. |



РХТУ им. Д.И. Менделеева  
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: *Макаров Николай Александрович*  
*И.о. директора, Филiaal РХТУ*  
*им. Д.И. Менделеева в г.*  
*Ташкенте (Республика*  
*Узбекистан)*

Подписан: 04:02:2026 11:56:38