

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Факультет промышленной технологии лекарств

Кафедра химической технологии лекарственных веществ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## **Б1.В.13 ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ**

Направление подготовки: 04.03.01 Химия

Профиль подготовки: Синтез и анализ органических соединений

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 6 з.е.  
в академических часах: 216 ак.ч.

**Разработчики:**

Доцент кафедры химической технологии лекарственных веществ, кандидат химических наук Дударев В. Г.

Заведующий кафедрой химической технологии лекарственных веществ, кандидат химических наук Лалаев Б. Ю.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.07.2017 № 671, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 432н; "Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н; "Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 430н; "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержден приказом Минтруда России от 04.03.2014 № 121н.

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Кафедра химической технологии лекарственных веществ	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Лалаев Б. Ю.	Рассмотрено	28.04.2023
2	Методическая комиссия УГСН 04.00.00	Председатель методической комиссии/совета	Алексеева Г. М.	Согласовано	28.04.2023
3	Кафедра органической химии	Ответственный за образовательную программу	Ксенофонтова Г. В.	Согласовано	28.04.2023

**Согласование и утверждение образовательной программы**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет промышленной технологии лекарств	Декан, руководитель подразделения	Куваева Е. В.	Согласовано	28.04.2023

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## *Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-5 Владеет навыками расчёта основных технических показателей технологического процесса производства фармацевтической продукции

ПК-5.1 Выполняет расчёты типовых показателей химико-технологических процессов производства фармацевтической продукции

### *Знать:*

ПК-5.1/Зн1 Знать основные показатели и методики расчета химико-технологических процессов производства фармацевтических препаратов

ПК-5.1/Зн2 Знать методы проведения экспериментальных исследований и типовых расчетов в производстве фармацевтических субстанций

ПК-5.1/Зн3 Знать факторы, влияющие на скорость, выход и селективность химических процессов синтеза, протекающих по различным механизмам.

### *Уметь:*

ПК-5.1/Ум1 Уметь проводить экспериментальные исследования и применять полученные результаты для типовых расчетов в производстве фармацевтической продукции

ПК-5.1/Ум2 Уметь строить зависимость между строением веществ и скоростями реакций, выполнять расчёты теоретического и практического выхода химико-технологических процессов производства фармацевтических субстанций.

### *Владеть:*

ПК-5.1/Нв1 Владеть методиками расчета основных показателей химико-технологических процессов а производстве фармацевтической продукции

ПК-5.2 Выполняет материальные расчёты отдельных стадий производства фармацевтической продукции

### *Знать:*

ПК-5.2/Зн1 Знать нормативную документацию, регламентирующую производство и качество лекарственных препаратов на фармацевтических предприятиях

ПК-5.2/Зн2 Знать технологию производства готовых лекарственных средств в различных лекарственных формах

ПК-5.2/Зн3 Знать основы материальных расчетов технологических процессов производства готовых лекарственных средств (ГЛС)

ПК-5.2/Зн4 Знать основы расчёта загрузок реагентов при синтезе фармацевтических субстанций

### *Уметь:*

ПК-5.2/Ум1 Уметь выбирать оптимальный вариант технологии и изготавливать лекарственные формы

ПК-5.2/Ум2 Уметь составлять технологические схемы в производства готовых лекарственных средств (ГЛС)

ПК-5.2/Ум3 Уметь рассчитывать материальный баланс для различных лекарственных форм

ПК-5.2/Ум4 Уметь использовать стандарты и другие нормативные документы (ОФС, ФС, ФСП, ТУ) при оценке технологического контроля качества готовых лекарственных средств в различных лекарственных формах

ПК-5.2/Ум5 Уметь рассчитывать загрузки реагентов, теоретический и практический выход при осуществлении синтеза фармацевтических субстанций

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.13 «Основы химического синтеза фармацевтических субстанций» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.В.12 Основы технологии готовых лекарственных средств;

Б1.О.16 Теоретические основы химических процессов;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;

Б2.В.01(П) производственная практика (технологическая практика);

Б1.О.16 Теоретические основы химических процессов;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации в период сессии (часы)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Шестой семестр	216	6	128	2	36	36	18	36	63	Экзамен (25)
Всего	216	6	128	2	36	36	18	36	63	25

## 4. Содержание дисциплины

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

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации в период сессии	Консультации в период теоретического обучения	Лабораторные занятия	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Планируемые результаты обучения, соответствующие с результатам освоения программы
<b>Раздел 1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории</b>	<b>16</b>		<b>2</b>	<b>8</b>			<b>6</b>	ПК-5.1 ПК-5.2

Тема 1.1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории	16		2	8			6	
<b>Раздел 2. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности</b>	<b>14</b>		<b>4</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	ПК-5.1
Тема 2.1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности.	14		4		2	2	6	
<b>Раздел 3. Промышленные процессы нитрования</b>	<b>28</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 3.1. Промышленные процессы нитрования.	28		4	8	2	6	8	
<b>Раздел 4. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии</b>	<b>14</b>		<b>4</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	ПК-5.1
Тема 4.1. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии	14		4		2	2	6	
<b>Раздел 5. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ</b>	<b>26</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 5.1. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ	26		4	8	2	4	8	
<b>Раздел 6. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности</b>	<b>16</b>		<b>4</b>		<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	ПК-5.1
Тема 6.1. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности	16		4		2	4	6	
<b>Раздел 7. Промышленные процессы алкилирования</b>	<b>16</b>		<b>4</b>		<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	ПК-5.1
Тема 7.1. Промышленные процессы алкилирования	16		4		2	4	6	
<b>Раздел 8. Процессы ацилирования в химической технологии</b>	<b>24</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 8.1. Процессы ацилирования в химической технологии	24		4	8	2	4	6	
<b>Раздел 9. Промышленные процессы восстановления и окисления</b>	<b>22</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	ПК-5.1
Тема 9.1. Промышленные процессы восстановления и окисления	22		4	4	2	6	6	

<b>Раздел 10. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ.</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	ПК-5.1
Тема 10.1. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ.	15	2	2		2	4	5	
<b>Итого</b>	<b>191</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	

#### 4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

##### *Раздел 1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории*

###### *Тема 1.1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории*

Общие правила поведения в лаборатории. Методы работы и правила техники безопасности при работе с химическими веществами разных групп. Первая помощь при отравлениях, порезах, ожогах. Характеристика химической посуды, типы установок для синтеза, правила их сбора. Методы выделения и очистки веществ: перекристаллизация, перегонка с паром, фракционная и простая перегонка, вакуумная перегонка.

###### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Тест		15
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		5
Собеседование	9	15

##### *Раздел 2. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности*

###### *Тема 2.1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности.*

Роль сульфосоединений в синтезе лекарственных веществ. Природные сульфокислоты. Механизм и технология реакций сульфирования и сульфохлорирования алканов и аренов. Сульфирование органических соединений серной кислотой, олеумом, серным ангидридом, неводными рас-творами SO<sub>3</sub> и его комплексами, хлорсульфоновой кислотой: область применения; сульфирующие агенты; механизмы; влияние технологических параметров на процесс; достоинства и недостатки. Технология сульфиро-вания серной кислотой. Выделение сульфокислот и их очистка. Сульфохлорирование органических веществ хлорсульфоновой кислотой и её растворами в инертных растворителях; механизмы; технологические парамет-ры; достоинства и недостатки.

###### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Письменный опрос	12	20

##### *Раздел 3. Промышленные процессы нитрования*

### Тема 3.1. Промышленные процессы нитрования.

Значение нитросоединений в синтезе лекарственных веществ. Механизм и технология нитрования алканов и аренов. Нитрование органических соединений концентрированной азотной кислотой, смесями азотной и серной кислот, азотной кислоты и уксусного ангидрида, разбавленной азотной кислотой: область применения; механизмы; влияние технологических параметров на процесс; достоинства и недостатки методов. Технология нитрования, выделение и очистка продукта.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	25	40
Письменный опрос	12	20
Защита отчёта по лабораторной работе	7	15
Отчет по лабораторной работе	7	15

## Раздел 4. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии

### Тема 4.1. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии

Нуклеофильное замещение галогена в молекуле органического соединения: механизмы SN1, SN2, SNA<sub>г</sub>, SNEA. Влияние строения субстрата, полярности среды, нуклеофильности атакующих частиц, технологических параметров на механизм. Влияние заместителей в ароматическом ядре на скорость, механизм и условия проведения процессов. Значение и практические возможности нуклеофильной замены галогена на другие атомы и группы. Замена сульфогруппы в ароматическом ядре на гидроксильную. Технология процессов замещения.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Письменный опрос	12	20

## Раздел 5. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ

### Тема 5.1. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ

Процессы нитрозирования и диазотирования: механизмы образования электрофильных частиц и реакций; влияние технологических параметров на ход процесса. Свойства ароматических диазосоединений: реакция азосочетания, реакции замены диазониевой группы.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Письменный опрос	12	20
Защита отчёта по лабораторной работе	9	15
Отчет по лабораторной работе	9	15

## Раздел 6. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности

### Тема 6.1. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности

Галогенирование аренов, алканов и в боковую цепь аренов: механизмы реакций; влияние технологических параметров на процесс; сравнительная характеристика фторирования, хлорирования, бромирования и йодирования; особенности технологий; достоинства и недостатки методов; специфические переносчики галогена. Синтез галогенидов из непредельных соединений, спиртов, карбонильных соединений, карбоновых кислот: химизм и механизмы реакций.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	29	50
Письменный опрос	12	20

### Раздел 7. Промышленные процессы алкилирования

#### Тема 7.1. Промышленные процессы алкилирования

C-, N- и O-Алкилирование: алкилирующие агенты и их характеристика; механизмы реакций; основные методы алкилирования, область их применения, достоинства и недостатки. Побочные процессы и методы повышения селективности. Процессы гидрокси-, галогено- и amino-метирирования.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Письменный опрос	12	20

### Раздел 8. Процессы ацилирования в химической технологии

#### Тема 8.1. Процессы ацилирования в химической технологии

C-, N- и O-Ацилирование: ацилирующие агенты и их характеристика; механизмы; основные методы ацилирования, область их применения, достоинства и недостатки. Сравнительная характеристика процессов алкилирования и ацилирования. Сходство и различие. Побочные процессы и методы повышения селективности. Реакции Гаттермана-Коха, Вильсмайера, Тимана-Реймера, Кольбе-Шмидта.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	24	40
Письменный опрос	12	20
Защита отчёта по лабораторной работе	9	15
Отчет по лабораторной работе	9	15

### Раздел 9. Промышленные процессы восстановления и окисления

### Тема 9.1. Промышленные процессы восстановления и окисления

Классификация методов восстановления. Химические методы восстановления: натрием в спирте (по Буво – Блану), аммиаке, амальгамой натрия; оловом и хлоридом олова, цинком (в кислой, щелочной среде и амальгамой), чугунной стружкой и железом, сульфидами. Область применения, достоинства и недостатки. Контактно-каталитические методы восстановления: достоинства и недостатки, катализаторы, селективность.

Основные окислители и их краткая характеристика. Окисление алканов и аренов. Получение альдегидов, кетонов и карбоновых кислот окислением метильной группы. Повышение селективности процессов окисления.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	24	40
Письменный опрос	12	20

### **Раздел 10. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ.**

#### Тема 10.1. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ.

Основные положения химической технологии. Классификация химических производств. Особенности химико-фармацевтического производства как частного случая химической технологии. Методы оценки эффективности производства. Общие закономерности химических процессов.

Химическая схема синтеза как основа разработки технологии БАВ. Основные требования к химической схеме синтеза лекарственных субстанций при реализации ее в промышленном масштабе.

#### **4.3. Содержание занятий семинарского типа.**

##### **Очная форма обучения. Консультации в период сессии (2 ч.)**

##### **Раздел 1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории**

Тема 1.1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории

##### **Раздел 2. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности**

Тема 2.1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности.

##### **Раздел 3. Промышленные процессы нитрования**

Тема 3.1. Промышленные процессы нитрования.

##### **Раздел 4. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии**

Тема 4.1. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии

## **Раздел 5. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ**

Тема 5.1. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ

## **Раздел 6. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности**

Тема 6.1. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности

## **Раздел 7. Промышленные процессы алкилирования**

Тема 7.1. Промышленные процессы алкилирования

## **Раздел 8. Процессы ацилирования в химической технологии**

Тема 8.1. Процессы ацилирования в химической технологии

## **Раздел 9. Промышленные процессы восстановления и окисления**

Тема 9.1. Промышленные процессы восстановления и окисления

## **Раздел 10. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (2 ч.)**

Тема 10.1. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (2 ч.)

Консультация по порядку проведения промежуточной аттестации, а также по всем разделам дисциплины.

### **4.4. Содержание занятий семинарского типа.**

#### **Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (36 ч.)**

#### **Раздел 1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории (2 ч.)**

Тема 1.1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории (2 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории".

#### **Раздел 2. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности (4 ч.)**

Тема 2.1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности. (4 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности".

#### **Раздел 3. Промышленные процессы нитрования (4 ч.)**

Тема 3.1. Промышленные процессы нитрования. (4 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Промышленные процессы нитрования".

#### **Раздел 4. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии (4 ч.)**

Тема 4.1. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии (4 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии".

#### **Раздел 5. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (4 ч.)**

Тема 5.1. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (4 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ".

## **Раздел 6. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности (4 ч.)**

Тема 6.1. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности (4 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности".

## **Раздел 7. Промышленные процессы алкилирования (4 ч.)**

Тема 7.1. Промышленные процессы алкилирования (4 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Промышленные процессы алкилирования".

## **Раздел 8. Процессы ацилирования в химической технологии (4 ч.)**

Тема 8.1. Процессы ацилирования в химической технологии (4 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Процессы ацилирования в химической технологии".

## **Раздел 9. Промышленные процессы восстановления и окисления (4 ч.)**

Тема 9.1. Промышленные процессы восстановления и окисления (4 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Промышленные процессы восстановления и окисления".

## **Раздел 10. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (2 ч.)**

Тема 10.1. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (2 ч.)

Консультация по сложным вопросам темы "Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ".

### **4.5. Содержание занятий семинарского типа.**

#### **Очная форма обучения. Лабораторные занятия (36 ч.)**

#### **Раздел 1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории (8 ч.)**

Тема 1.1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории (8 ч.)

Лабоарторная работа №1. Методы работы в химической лаборатории.

Лабоарторная работа №2. Техника безопасности при работе в химической лаборатории.

#### **Раздел 2. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности**

Тема 2.1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности.

#### **Раздел 3. Промышленные процессы нитрования (8 ч.)**

Тема 3.1. Промышленные процессы нитрования. (8 ч.)

Лабораторная работа №3. Нитрование фенола.

Лабораторная работа №4. Выделение 2-нитрофенола.

#### **Раздел 4. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии**

Тема 4.1. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии

#### **Раздел 5. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (8 ч.)**

Тема 5.1. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (8 ч.)

Лабораторная работа № 5. Диазотирование аминокислоты.

Лабораторная работа № 6. Получение йодбензойной кислоты.

## **Раздел 6. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности**

Тема 6.1. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности

## **Раздел 7. Промышленные процессы алкилирования**

Тема 7.1. Промышленные процессы алкилирования

## **Раздел 8. Процессы ацилирования в химической технологии (8 ч.)**

Тема 8.1. Процессы ацилирования в химической технологии (8 ч.)

Лабораторная работа № 7. Синтез ацетанилида.

Лабораторная работа № 8. Очистка ацетанилида.

## **Раздел 9. Промышленные процессы восстановления и окисления (4 ч.)**

Тема 9.1. Промышленные процессы восстановления и окисления (4 ч.)

Лабораторная работа № 9. Получение анестезина.

## **Раздел 10. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ.**

Тема 10.1. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ.

### **4.6. Содержание занятий лекционного типа.**

#### **Очная форма обучения. Лекции (18 ч.)**

#### **Раздел 1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории**

Тема 1.1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории

#### **Раздел 2. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности (2 ч.)**

Тема 2.1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности. (2 ч.)

Лекция №1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности.

#### **Раздел 3. Промышленные процессы нитрования (2 ч.)**

Тема 3.1. Промышленные процессы нитрования. (2 ч.)

Лекция №2. Промышленные процессы нитрования.

#### **Раздел 4. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии (2 ч.)**

Тема 4.1. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии (2 ч.)

Лекция №3. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии.

#### **Раздел 5. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (2 ч.)**

Тема 5.1. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (2 ч.)

Лекция № 4. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ.

#### **Раздел 6. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности (2 ч.)**

Тема 6.1. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности (2 ч.)

Лекция № 5. "Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности".

#### **Раздел 7. Промышленные процессы алкилирования (2 ч.)**

Тема 7.1. Промышленные процессы алкилирования (2 ч.)

Лекция № 6. Промышленные процессы алкилирования.

**Раздел 8. Процессы ацилирования в химической технологии (2 ч.)**

Тема 8.1. Процессы ацилирования в химической технологии (2 ч.)

Лекция № 7. Процессы ацилирования в химической технологии.

**Раздел 9. Промышленные процессы восстановления и окисления (2 ч.)**

Тема 9.1. Промышленные процессы восстановления и окисления (2 ч.)

Лекция №8. Промышленные процессы восстановления и окисления.

**Раздел 10. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (2 ч.)**

Тема 10.1. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (2 ч.)

Лекция № 9. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ.

**4.7. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Практические занятия (36 ч.)**

**Раздел 1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории**

Тема 1.1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории

**Раздел 2. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности (2 ч.)**

Тема 2.1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности. (2 ч.)

Практическое занятие №1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности.

**Раздел 3. Промышленные процессы нитрования (6 ч.)**

Тема 3.1. Промышленные процессы нитрования. (6 ч.)

Практическое занятие №2. Промышленные процессы нитрования.

Практическое занятие №3. Промышленные процессы сульфирования и нитрования, протекающие по радикальному механизму.

Практическое занятие №4. Контрольная работа №1.

**Раздел 4. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии (2 ч.)**

Тема 4.1. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии (2 ч.)

Практическое занятие №5. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии .

**Раздел 5. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (4 ч.)**

Тема 5.1. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (4 ч.)

Практическое занятие № 6. "Применение нитрозирования в промышленном синтезе БАВ".

Практическое занятие № 7. "Получение и применение солей диазония в промышленном синтезе БАВ".

**Раздел 6. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности (4 ч.)**

Тема 6.1. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности (4 ч.)

Практическое занятие №8. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности.

Практическое занятие №9. Контрольная работа №2.

## **Раздел 7. Промышленные процессы алкилирования**

**(4 ч.)**

Тема 7.1. Промышленные процессы алкилирования (4 ч.)

Практическое занятие № 10. Промышленные процессы алкилирования алифатических соединений.

Практическое занятие № 11. Промышленные процессы алкилирования ароматических соединений.

## **Раздел 8. Процессы ацилирования в химической технологии (4 ч.)**

Тема 8.1. Процессы ацилирования в химической технологии (4 ч.)

Практическое занятие № 12. Процессы С, N и O-ацилирования в химической технологии.

Практическое занятие № 13. Контрольная работа №3.

## **Раздел 9. Промышленные процессы восстановления и окисления (6 ч.)**

Тема 9.1. Промышленные процессы восстановления и окисления (6 ч.)

Практическое занятие № 14 "Промышленные процессы восстановления".

Практическое занятие № 15 "Промышленные процессы окисления".

Практическое занятие №16. Контрольная работа №3.

## **Раздел 10. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (4 ч.)**

Тема 10.1. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (4 ч.)

Практическое занятие № 17. Химическая технология как наука.

Практическое занятие № 18. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ.

### **4.8. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

#### **Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (63 ч.)**

#### **Раздел 1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории (6 ч.)**

Тема 1.1. Методы работы и техника безопасности при работе в химической лаборатории (6 ч.)

#### **Раздел 2. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности (6 ч.)**

Тема 2.1. Процессы сульфирования и сульфохлорирования в промышленности. (6 ч.)

#### **Раздел 3. Промышленные процессы нитрования (8 ч.)**

Тема 3.1. Промышленные процессы нитрования. (8 ч.)

#### **Раздел 4. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии (6 ч.)**

Тема 4.1. Реализация нуклеофильного замещения в химической технологии (6 ч.)

#### **Раздел 5. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (8 ч.)**

Тема 5.1. Применение нитрозирования и солей диазония промышленном синтезе БАВ (8 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний (письменный опрос, контрольная работа).  
Подготовка к лабораторным работам.

#### **Раздел 6. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности (6 ч.)**

Тема 6.1. Введение галогена в молекулу органического соединения в промышленности (6 ч.)

## **Раздел 7. Промышленные процессы алкилирования**

**(6 ч.)**

Тема 7.1. Промышленные процессы алкилирования (6 ч.)

## **Раздел 8. Процессы ацилирования в химической технологии (6 ч.)**

Тема 8.1. Процессы ацилирования в химической технологии (6 ч.)

## **Раздел 9. Промышленные процессы восстановления и окисления (6 ч.)**

Тема 9.1. Промышленные процессы восстановления и окисления (6 ч.)

## **Раздел 10. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (5 ч.)**

Тема 10.1. Химическая технология как наука. Выбор химической схемы синтеза – основа технологии БАВ. (5 ч.)

### **5. Порядок проведения промежуточной аттестации**

*Промежуточная аттестация: Экзамен, Шестой семестр.*

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Аттестация обучающегося заключается в последовательной оценке балльно-рейтинговой системы достижений студента и оценке собеседования по билету экзамена.

Порядок проведения экзамена:

1. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной календарным учебным графиком. Не допускается проведение экзамена на последних аудиторных занятиях.
2. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Самостоятельный перенос экзаменатором времени и места проведения экзамена не допускается.
3. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.
4. Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена на экзаменационной консультации.
5. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

К экзамену допускается студент, успешно прошедший все этапы текущего контроля (тест, собеседование, письменный опрос, контрольные работы, отчёты по лабораторным работам с их защитой). Также студенту для сдачи экзамена необходимо набрать минимум 360 баллов балльно-рейтинговой системы.

Экзаменационный билет включает три теоретических вопроса.

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется с использованием оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется по следующим критериям.

1. Оценка «отлично» предполагает полные и точные ответы на три теоретических вопроса экзаменационного билета. Ответы характеризуются:
  - свободным владением основными терминами и понятиями дисциплины;
  - последовательным и логичным изложением материала дисциплины;
  - логически завершенными выводами и обобщениями по теме вопросов;
  - исчерпывающими ответами на дополнительные вопросы преподавателя.
2. Оценка «хорошо» предполагает полные ответы на три теоретических вопроса

экзаменационного билета, но не всегда точное и аргументированное изложение материала. Ответы характеризуются:

- знанием основных терминов и понятий дисциплины;
- последовательным изложением материала дисциплины;
- умением формулировать некоторые обобщения и выводы по теме вопросов;
- правильными ответами на дополнительные вопросы преподавателя, но с некоторыми неточностями.

3. Оценка «удовлетворительно» предполагает допущение погрешностей, неточностей и ошибок в ответах на теоретические вопросы, но при этом студент обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. При ответе студент:

- допускает ошибки в основных терминах и понятиях дисциплины,
- применяет знания и владеет методами и средствами решения задач, но не делает обобщения и выводы по теме вопроса,
- недостаточно последовательно и полно излагает материал дисциплины.

4. Оценка «неудовлетворительно» предполагает следующие характеристики ответа студента:

- не дает ответ хотя бы на один вопрос;
- имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе дисциплины;
- допускает существенные ошибки при изложении материала, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции, обучающемуся выставляется оценка «не удовлетворительно». Оценка «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» означает успешное прохождение промежуточной аттестации.

## **6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Пассет Б. В. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ [Электронный ресурс]: Серия "XXI век" - Москва: Изд. дом "ГЭОТАР - МЕД", 2002. - 376 с.

2. Мокрушин, В. С. Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ: учебное пособие / В. С. Мокрушин, Г. А. Вавилов. - Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017. - 496 с. - 978-5-903090-23-5. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/79977.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Москвичев Ю. А., Фельдблюм В. Ш. Продукты органического синтеза и их применение [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2009. - 376 с.

2. Коротченкова, Н. В. Химическая технология витаминов: учебное пособие / Н. В. Коротченкова, А. А. Иозеп. - Химическая технология витаминов - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017. - 224 с. - 978-5-903090-70-9. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/35800.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

3. Химическая технология органических веществ: учебное пособие / Т. Н. Качалова, Ф. Р. Ганиева, В. И. Гаврилов, С. А. Бочкова. - Химическая технология органических веществ - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. - 138 с. - 978-5-7882-0523-6. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/63542.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

## **6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

### *Профессиональные базы данных*

1. eLibrary.ru - Портал научных публикаций

### *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]
2. <https://himsintez24ru/dushistyve-veshestva> - Сайт "Химсинтез 24"
3. <https://scholar.google.com/> - Сайт для поиска научной информации
4. [www.viniti.ru](http://www.viniti.ru) - Сайт поиска научно-технической информации

## **6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

Не используется.

### *Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

## **6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

Специализированное оборудование:

учебно-лабораторные помещения

Шкаф вытяжной ЛАБ-1800ШВ-Н - 1 шт.

## **7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2447>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2447>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2447>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2447>

Учебно-методическое обеспечение:

Иозеп А.А. Основы химического синтеза фармацевтических субстанций: электронный учебно-методический комплекс / А.А. Иозеп, В. Г. Дударев, Б.Ю.Лалаев; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2018. – Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. – URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2447>. — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

### ***Методические указания по формам работы***

#### *Консультации в период теоретического обучения*

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины.

### *Лекции*

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: дискуссия, лекция с ошибками, видеоконференция, вебинар.

### *Лабораторные занятия*

Текущий контроль знаний осуществляется на лабораторных занятиях и проводится в форме:

#### *Защита отчета о лабораторной работе*

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с содержанием отчета о выполненной лабораторной работе, позволяющее установить самостоятельность выполнения лабораторной работы, сформированность умений и правильность применения теоретических знаний в рамках темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по теме лабораторной работы

#### *Отчет по лабораторной работе*

Краткая характеристика оценочного средства: средство, позволяющее оценить способность обучающегося самостоятельно выполнять учебные задачи и задания с использованием специализированного оборудования и (или) программного обеспечения, обеспеченную совокупностью теоретических знаний.

Представление оценочного средства в фонде: требования к структуре и содержанию отчета.

### *Практические занятия*

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: дискуссия. Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

#### *Контрольной работы*

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект контрольных заданий по вариантам.

#### *Письменный опрос*

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство проверки знаний по теме или разделу, подразумевающее письменный ответ студента на поставленный вопрос.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины.