

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

Факультет промышленной технологии лекарств

Кафедра биотехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.10 ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ  
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки: Производство биофармацевтических препаратов

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 7 з.е.  
в академических часах: 252 ак.ч.

**Разработчики:**

Доцент кафедры биотехнологии, кандидат химических наук  
Котова Н. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 № 736, 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 в области биотехнологии биологически активных веществ", утвержден приказом Минтруда России от 22.07.2020 № 441н.

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Кафедра биотехнологии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Колодязная В. А.	Рассмотрено	04.05.2023
2	Методическая комиссия УГСН 19.00.00	Председатель методической комиссии/совета	Топкова О. В.	Согласовано	04.05.2023
3	Кафедра биотехнологии	Ответственный за образовательную программу	Топкова О. В.	Согласовано	04.05.2023

**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	04.05.2023

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

## *Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-ПЗ Способен осуществлять контроль качества сырья, промежуточных продуктов и готовых БАВ в соответствии с регламентом

ПК-ПЗ.1 Проводит входной контроль качества сырья, используемого в биотехнологическом производстве, контроль качества промежуточной и готовой биотехнологической продукции

*Знать:*

ПК-ПЗ.1/Зн5 Знать особенности методов анализа сырья и целевого продукта при проведении технологического процесса получения БАВ

*Уметь:*

ПК-ПЗ.1/Ум5 Уметь осуществлять количественное и качественное определение целевого продукта, получаемого на стадиях выделения и очистки БАВ

ПК-ПЗ.3 Осуществляет выявление критических (опасных) факторов на отдельных технологических операциях биотехнологического производства

*Знать:*

ПК-ПЗ.3/Зн1 Знать особенности технологии получения активных биотехнологических субстанций из различных источников сырья

*Уметь:*

ПК-ПЗ.3/Ум1 Уметь применять знания для расчета основных технологических параметров на стадиях выделения и очистки БАВ

ПК-ПЗ.4 Разрабатывает мероприятия с целью устранения рисков или снижения их до допустимого уровня и повышения безопасности выпускаемой биотехнологической продукции

*Знать:*

ПК-ПЗ.4/Зн1 Знать влияние основных параметров на технологический процесс стадий выделения и очистки биологически активных веществ.

ПК-ПЗ.4/Зн2 Знать структуру, физико-химические и биологические свойства различных биологически активных веществ.

*Уметь:*

ПК-ПЗ.4/Ум1 Уметь применять знания для идентификации опасных событий, результата оценки их риска и возможных последствий

ПК-П4 Способен проводить работы по фармацевтической разработке лекарственных средств

ПК-П4.1 Проводит исследования, испытания и экспериментальные работы по фармацевтической разработке в соответствии с утвержденными планами

*Знать:*

ПК-П4.1/Зн6 Знать научные подходы в совершенствовании биотехнологических процессов

*Уметь:*

ПК-П4.1/Ум5 Уметь критически анализировать информацию об исследованиях в области биотехнологии и смежных областях, выдвигать свои идеи на основе проанализированной информации

ПК-П4.1/Ум6 Уметь интерпретировать результаты научных исследований при решении задач профессиональной направленности.

## ПК-П5 Способен осуществлять руководство участком по производству БАВ

ПК-П5.1 Проводит мониторинг подготовительных биотехнологических операций (технологической предобработки сырья, условий ферментации и способов очистки, фасования продукции)

*Знать:*

ПК-П5.1/Зн1 Знать физико-химические процессы, протекающие на стадиях выделения и очистки целевого продукта.

*Уметь:*

ПК-П5.1/Ум1 Уметь применять знания для выбора технологической схемы производства биологически активных веществ на основе индивидуальных особенностей целевого продукта

ПК-П5.4 Руководит проведением биотехнологического процесса производства БАВ

*Знать:*

ПК-П5.4/Зн1 Знать технологическую схему производства биологически активных веществ.

*Уметь:*

ПК-П5.4/Ум1 Уметь проводить технологический процесс в соответствии с регламентом.

ПК-П2 Способен проводить биотехнологический процесс с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов

ПК-П2.2 Осуществляет сепарацию культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса, выделение продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования

*Знать:*

ПК-П2.2/Зн1 Знать основные понятия и принципы методов выделения и очистки продуктов биотехнологии

ПК-П2.2/Зн2 Знать оборудование, используемое на стадиях выделения и очистки биологически активных веществ.

*Уметь:*

ПК-П2.2/Ум1 Уметь выделять продукты биосинтеза и биотрансформации с использованием методов экстракции, хроматографии, ультрафильтрации и др.

ПК-П2.3 Осуществляет контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств, в том числе при получении готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин

*Знать:*

ПК-П2.3/Зн1 Знать основные физико-химические закономерности, необходимые для правильного осуществления технологического процесса на стадиях выделения и очистки БАВ

ПК-П2.3/Зн2 Знать влияние основных технологических параметров на процессы выделения и очистки биологически активных веществ.

*Уметь:*

ПК-П2.3/Ум1 Уметь применять полученные знания для соблюдения оптимальных технологических параметров процессов выделения и очистки биологически активных веществ в соответствии с НД.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.10 «Технология выделения и очистки биологически активных веществ» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6, 7.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.В.ДВ.02.01 3-D графика в системе "КОМПАС-ГРАФИКА";

Б1.О.10 Аналитическая химия;

Б1.В.ДВ.04.02 Биотрансформация лекарственных веществ;

Б1.В.ДВ.03.01 Биохимические основы иммунитета;

Б1.О.13 Органическая химия;

Б1.О.21 Основы биотехнологии;

Б1.О.18 Основы биохимии и молекулярной биологии;

Б1.В.ДВ.03.02 Основы генетической инженерии;

Б1.В.ДВ.04.01 Химия биологически активных веществ;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.27 Биоинженерия;

Б1.В.ДВ.08.02 Вирусы в биотехнологии и медицине;

Б1.В.ДВ.07.01 Инженерная энзимология;

Б1.В.ДВ.05.02 Методы физико-математического моделирования биохимических реакций и транспорта молекул;

Б1.В.ДВ.05.01 Моделирование биотехнологических процессов;

Б1.В.ДВ.08.03 Наноматериалы в биотехнологии;

Б1.О.28 Оборудование и основы проектирования биотехнологических производств;

Б1.В.18 Организация производства по GMP;

Б1.В.08 Основы клеточной инженерии;

Б1.В.ДВ.08.01 Основы микологии;

Б1.В.ДВ.07.02 Основы производства лекарственных средств из плазмы крови;

Б1.В.12 Основы промышленной асептики;

Б1.В.14 Основы технологии готовых лекарственных средств;

Б1.В.11 Основы экономики и управления биотехнологическим фармацевтическим предприятием;

Б1.В.15 Охрана труда;

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

Б1.В.13 Право интеллектуальной собственности в производстве лекарственных средств;

Б1.В.ДВ.06.01 Применение капиллярного электрофореза и хроматографических методов анализа в биотехнологии;

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

Б1.О.31 Системы управления биотехнологическими процессами;

Б1.В.09 Технология культивирования продуцентов биологически активных веществ;

Б1.В.16 Управление персоналом структурного подразделения;

Б1.О.25 Физико-химические методы анализа;

Б1.В.ДВ.06.02 Цифровые устройства измерения, контроля и управления;

Б1.О.24 Экологическая безопасность;

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	Период обучения											
	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации в период сессии (часы)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Контактные часы на аттестацию в период обучения (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Промежуточная аттестация (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Шестой семестр	72	2	52		10	2		32	8		20	Зачет
Седьмой семестр	180	5	100	2	14		60		24	4	40	Курсовой проект Экзамен (36)
Всего	252	7	152	2	24	2	60	32	32	4	60	36

#### 4. Содержание дисциплины

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

Наименование раздела, темы	Наименование раздела, темы											
	Всего	Консультации в период сессии	Консультации в период теоретического обучения	Контактные часы на аттестацию в период обучения	Лабораторные занятия	Лекции	Практические занятия	Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа студента	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы		
<b>Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.</b>	<b>27</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>6</b>			<b>5</b>	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П3.1 ПК-П3.3 ПК-П3.4 ПК-П4.1		
Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.	27		2	2	12	6			5	ПК-П5.1 ПК-П5.4		

<b>Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело)</b>	<b>132</b>	<b>2</b>	<b>14</b>		<b>36</b>	<b>22</b>	<b>32</b>		<b>26</b>	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П3.1 ПК-П3.3 ПК-П3.4 ПК-П4.1 ПК-П5.1 ПК-П5.4
Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ.	22		3			4	12		3	
Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ.	28	1	4		6	6	4		7	
Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ.	68	1	4		30	10	12		11	
Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. .	14		3			2	4		5	
<b>Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ.</b>	<b>27</b>		<b>4</b>		<b>12</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>5</b>	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П3.1 ПК-П3.3 ПК-П3.4 ПК-П4.1 ПК-П5.1 ПК-П5.4
Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ.	27		4		12	4		2	5	
<b>Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине</b>	<b>30</b>		<b>4</b>					<b>2</b>	<b>24</b>	ПК-П3.3 ПК-П3.4 ПК-П5.1
Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине	30		4					2	24	
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>60</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>60</b>	

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

**Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.**

**Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.**

Анализ и прогноз развития науки в области производства антибиотиков нового поколения. Классификация антибиотиков по химической структуре.

Природные и полусинтетические бета-лактамы. Общая характеристика группы. Методы их получения и модификации структуры. Полусинтетические производные на основе 6-АПК, 7-АЦК, 7-АДЦК.

Антибиотики ароматического строения. Ансамидины. Рифамицин В и его полусинтетические производные. Фторхинолоны, физико-химические и биологические свойства.

Антибиотики аминогликозиды 1,2,3 поколения. Антибиотики макролиды. Общая характеристика группы и классификация. Эритромицин и его полусинтетические производные. Полиеновые макролиды.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Защита отчёта по лабораторной работе
Контроль самостоятельной работы
Отчет по лабораторной работе

## ***Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость-твёрдое тело)***

*Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ.*

Особенности культуральных жидкостей БАВ как фильтрационных систем. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ. Основные показатели процесса фильтрации культуральной жидкости. Основные методы предварительной обработки культуральных жидкостей и нативных растворов. Основные показатели процесса фильтрации культуральной жидкости. Аппаратурное оформление процессов фильтрации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Коллоквиум
Индивидуальные задания
Контроль самостоятельной работы

*Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ.*

Особенности нативных растворов как жидкостных систем. Основные показатели процесса экстракции (коэффициенты распределения, селективности, массопередачи, показатель эффективности). Влияние различных факторов на эффективность процесса экстракции. Жидкостная экстракция с переносчиком. Особенности экстракции из твёрдой фазы. Экстракция из твёрдой фазы. Выбор оптимальных условий для эффективного проведения процесса экстракции из твёрдой фазы. Экстракция с переносчиком.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Тест
Защита отчёта по лабораторной работе
Индивидуальные задания
Контроль самостоятельной работы
Отчет по лабораторной работе

### *Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ.*

Классификация сорбентов (гелевые, микро-, мезо- и макропористые). Равновесие сорбционных процессов. Описание различных видов изотерм сорбции - Лэнгмюра, БЭТ, кооперативной, изотермы с максимумом. Расчет коэффициента распределения вещества. Расчет коэффициента избирательности и термодинамической константы ионного обмена с использованием подхода Боннера-Аргензингера. Массоперенос в гетерогенных системах. Понятие о коэффициенте диффузии. Кинетика ионного обмена (внешняя диффузионная кинетика, внутренняя диффузионная кинетика и химическая кинетика). Равновесная и неравновесная динамика сорбционных процессов. Вывод коэффициента регулярности лямбда. Оптимизация сорбционных процессов.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Коллоквиум
Защита отчёта по лабораторной работе
Индивидуальные задания
Контроль самостоятельной работы
Отчет по лабораторной работе

### *Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. .*

Особенности кристаллизации биологически активных веществ. Основные факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Показатели процесса кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Основные методы кристаллизации биологически активных веществ.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Индивидуальные задания
Контроль самостоятельной работы

## ***Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ.***

### *Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ.*

Мембранные и баромембранные процессы. Ультра-, микро-, нанофильтрация. Ультрафильтрационные мембраны и их характеристика. Требования, предъявляемые к ультрафильтрационным мембранам. Ультрафильтрационные установки, их достоинства и недостатки.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Защита отчёта по лабораторной работе
Контроль самостоятельной работы
Отчет по лабораторной работе

## ***Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине***

### *Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине*

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Контроль самостоятельной работы

#### 4.3. Содержание занятий семинарского типа.

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

**Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.**

Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело) (2 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ.

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ. (1 ч.)

1. Консультация по темам лекций при подготовке к промежуточной аттестации

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ. (1 ч.)

1. Консультации по темам лекций при подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. .

**Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ.**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ.

##### **Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине**

Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине

#### 4.4. Содержание занятий семинарского типа.

##### **Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (24 ч.)**

**Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (2 ч.)**

Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (2 ч.)

1. Консультации по темам лекции

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело) (14 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ. (1 ч.)

1. Консультация по теме лекций " Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ"

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твёрдое тело) (14 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ. (2 ч.)

Консультация по порядку выполнения самостоятельной работы в форме индивидуального задания

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ. (2 ч.)

1. Консультации по теме лекций "Экстракционные процессы выделения и очистки БАВ.

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ. (2 ч.)

1. Консультации по темам лекций при подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

2. Консультация по порядку выполнения самостоятельной работы в форме индивидуального задания

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ. (2 ч.)

Консультации по теме лекций "Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ"

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ. (2 ч.)

Консультации по темам лекций при подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. . (1 ч.)

1. Консультация по теме лекции "Процессы кристаллизации биологически активных веществ".

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. . (2 ч.)

Консультации по темам лекций при подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

**Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ. (4 ч.)**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ. (2 ч.)

1. Консультация по теме лекций "Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ."

**Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ. (4 ч.)**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ. (2 ч.)

Консультации по темам лекций при подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

**Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине (4 ч.)**

Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине (4 ч.)

Консультации по порядку выполнения разработки курсового проекта.

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

**Очная форма обучения. Контактные часы на аттестацию в период обучения (2 ч.)**

**Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (2 ч.)**

Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (2 ч.)

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ.

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ.

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ.

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. .

**Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ.**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ.

**Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине**

Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине

#### **4.6. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Лабораторные занятия (60 ч.)**

**Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (12 ч.)**

Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (12 ч.)

1.Изучение ионообменного метода выделения тетрациклина на макропористом сульфокатионите КУ-23 в кипящем слое

2.Изучение ионообменного метода выделения тетрациклина

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело) (36 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ.

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ. (6 ч.)

1.Изучение процесса жидкостной экстракции антибиотиков в системе «антибиотик-бутилацетат».

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ. (30 ч.)

- 1.. Метод « ионитовых сит». Деминерализация и нейтрализация растворов Амилосубтилина Г-3Х на ионообменных сорбента.
2. Определение свободного объема колонки и молекулярной массы белков при гельхроматографии
3. Гельхроматографический анализ компонентного состава препарата «Амилокарб
4. Конструирование наноструктур, включающих фермент и наноноситель в различных соотношениях.
5. Итоговое занятие 2 цикла лабораторных работ.

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. .

### **Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ. (12 ч.)**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ. (12 ч.)

1. Деминерализация растворов биологически активных веществ методом «молекулярных сит» (мембранным способом)
2. Итоговое занятие по лабораторным работам 1 цикла.

### **Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине**

Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине

## **4.7. Содержание занятий лекционного типа.**

### **Очная форма обучения. Лекции (32 ч.)**

#### **Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (6 ч.)**

Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (6 ч.)

1. Анализ и прогноз развития науки в области производства антибиотиков нового поколения. Классификация антибиотиков по химической структуре. Природные и полусинтетические беталактамы антибиотиков.
2. Антибиотики ароматического строения. Ансамидины. Рифамицин В и его полусинтетические производные. Фторхинолоны, физико-химические и биологические свойства.
3. Антибиотики аминогликозиды 1,2,3 поколения. Антибиотики макролиды.

#### **Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело) (22 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ. (4 ч.)

1. Схема типового процесса выделения и очистки целевого продукта (субстанции). Предварительная обработка и фильтрация культуральной жидкости.
2. Основные показатели процесса фильтрации. Аппаратурное оформление процесса фильтрации.

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ. (6 ч.)

1. Основные показатели процесса экстракции (коэффициенты распределения, селективности, массопередачи, показатель эффективности).
2. Особенности экстракции из твердой фазы. Экстракция с переносчиком.
3. Аппаратурное оформление процессов экстракции.

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ. (10 ч.)

1. Классификация сорбционных процессов по виду сорбции и взаимодействия. Сорбенты, их классификация
2. Равновесие сорбционных процессов. Описание различных видов изотерм сорбции. Расчет коэффициента избирательности и термодинамической константы ионного обмена с использованием подхода Боннера-Аргензингера.
3. Массоперенос в гетерогенных системах. Кинетика ионного обмена (внешняя диффузионная кинетика, внутренняя диффузионная кинетика и химическая кинетика).
4. Равновесная и неравновесная динамика сорбционных процессов.
5. Оптимизация сорбционных процессов.

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. . (2 ч.)

1. Процессы кристаллизации биологически активных веществ. Основные методы получения биологически активных веществ в твердой фазе.

### **Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ. (4 ч.)**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ. (4 ч.)

1. Мембранные и баромембранные процессы.
2. Ультрафильтрационные установки, их достоинства и недостатки.

### **Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине**

Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине

## **4.8. Содержание занятий семинарского типа.**

### **Очная форма обучения. Практические занятия (32 ч.)**

**Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.**

Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ.

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело) (32 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ. (8 ч.)

1. Схема типового процесса выделения и очистки целевого продукта (субстанции).
2. Коллоквиум

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело) (32 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ. (4 ч.)

1. Коагуляция и фильтрация культуральных жидкостей биологически активных веществ (БАВ). Расчет вакуум-барабанного фильтра общего назначения

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ. (4 ч.)

1. Экстракционные процессы выделения и очистки БАВ. Изучение номограмм "Условия проведения процесса - характеристика аппаратуры - показатель эффективности процесса экстракции".

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ. (12 ч.)

1. Расчет параметров процесса ионообменной сорбции БАВ в кипящем и стационарном слое сорбента и кинетико-динамический анализ процесса сорбции-десорбции.
2. Использование графического метода для расчета коэффициента распределения по изотерме Ленгмюра.
3. Коллоквиум.

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. . (4 ч.)

1. Особенности составления материального баланса стадий выпаривания и кристаллизации БАВ.

### **Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ.**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ.

### **Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине**

Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине

## **4.9. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

**Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (60 ч.)**

**Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (5 ч.)**

Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (4 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

**Раздел 1. Предмет и задачи курса. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (5 ч.)**

Тема 1.1. Основные подходы к классификации биологически активных веществ. Строение и модификация биологически активных веществ. (1 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело) (26 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ. (2 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

**Раздел 2. Теоретические закономерности и практические аспекты процессов, протекающих в различных гетерогенных системах (жидкость-жидкость, жидкость –твердое тело) (26 ч.)**

Тема 2.1. Основные методы разделения культуральной жидкости и биомассы биологически активных веществ. (1 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ. (4 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Тема 2.2. Экстракционные процессы выделения и очистки биологически активных веществ. (3 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ. (6 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

Тема 2.3. Сорбционно-хроматографические методы выделения и очистки БАВ. (5 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. . (2 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Тема 2.4. Процессы осаждения и кристаллизации биологически активных веществ. . (3 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

**Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ. (5 ч.)**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ. (2 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

**Раздел 3. Теория и практика применения мембранных технологий для фракционирования и концентрирования биологически активных веществ. (5 ч.)**

Тема 3.1. Мембранные методы выделения и очистки биологически активных веществ. (3 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

**Раздел 4. Выполнение курсового проекта по дисциплине (24 ч.)**

Тема 4.1. Курсовой проект по дисциплине (24 ч.)

Выполнение курсового проекта

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

*Промежуточная аттестация: Зачет, Шестой семестр.*

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета. Зачет проводится в форме оценки портфолио.

Порядок проведения зачета:

1. Зачет проводится в период теоретического обучения. Не допускается проведение зачета на последних аудиторных занятиях.

2. Преподаватель принимает зачет только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.

3. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента.

Положительная оценка заносится в ведомость и зачетную книжку, недовлетворительная оценка проставляется только в ведомости. В случае неявки студента для сдачи зачета в ведомости вместо оценки делается запись "не явился".

*Промежуточная аттестация: Курсовой проект, Седьмой семестр.*

Промежуточная аттестация проводится в виде защиты курсового проекта.

В рамках выставления оценки за курсовой проект преподаватель последовательно оценивает следующие элементы:

1. Текста курсового проекта с чертежами на тему индивидуального задания в категориях «зачтено», «не зачтено».

2. Защиту курсового проекта в форме оценки доклада с презентацией студента по теме курсового проекта на тему индивидуального задания.

После оценивания текста курсового проекта с чертежами и в случае получения положительной оценки, студент допускается к защите.

Порядок проведения защиты курсового проекта:

1. Защита курсового проекта проводится в период теоретического обучения. Не допускается проведение защиты курсового проекта на последних аудиторных занятиях.

2. Преподаватель принимает защиту только при наличии ведомости и надлежащим образом

оформленной зачетной книжки.

3. Результат защиты объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента. Положительная оценка заносится в ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в ведомости. В случае неявки студента для защиты курсового проекта, в случае наличия проверенной курсового проекта, в ведомости вместо оценки делается запись «не явился», если студент не явился на защиту курсового проекта и не предоставил ее полный текст курсового проекта на проверку, в ведомости проставляется оценка «не удовлетворительно»

Курсовой проект студента оценивается в категориях «отлично», "хорошо", "удовлетворительно" - "не удовлетворительно».

Оценивание осуществляется следующим образом:

Отлично - Курсовой проект выполнен в срок в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению. Работа не содержит ошибок в расчетах и чертежах. На защиту представлена презентация, выполненная в соответствии с требованиями. В процессе защиты курсового проекта студент в своем докладе отразил все разделы курсового проекта, аргументированно ответил на все вопросы преподавателя.

Хорошо - курсовой проект выполнен в срок в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению. Работа содержит незначительные ошибки в расчетах и чертежах. На защиту представлена презентация, выполненная в соответствии с требованиями. В процессе защиты курсового проекта студент в своем докладе отразил все разделы курсового проекта, ответил на все вопросы преподавателя с незначительными ошибками или дал недостаточно полный ответ.

Удовлетворительно - курсовой проект выполнен в срок в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению. Работа содержит ошибки в расчетах и чертежах. На защиту представлена презентация, выполненная с нарушениями требований. В процессе защиты курсового проекта студент в своем докладе отразил не все разделы курсового проекта, ответил не на все вопросы преподавателя, делал грубые ошибки или дал недостаточно полный ответ.

Не удовлетворительно - курсовой проект не выполнен в срок в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению. На защиту не представлена презентация, выполненная в соответствии с требованиями. В процессе защиты курсового проекта студент в своем докладе не отразил все разделы курсового проекта и не ответил на вопросы преподавателя

Оценка «отлично», "хорошо", "удовлетворительно" выставляется при соблюдении студентом требований к содержанию курсового проекта и его объему, и требований к его защите.

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

*Промежуточная аттестация: Экзамен, Седьмой семестр.*

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена.

Экзаменационные билеты формируются из 3 теоретических вопросов. Комплекты экзаменационных билетов по дисциплине должен содержать 30 билетов. Экзаменационные билеты утверждаются на заседании кафедры и подписываются заведующим кафедры не позднее чем за месяц до начала экзаменационной сессии. По результатам освоения дисциплины "Технология выделения и очистки биологически активных веществ" выставляется оценка "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Оценки "удовлетворительно", "хорошо", "отлично" означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Если по итогам проведенной промежуточной аттестации, результаты обучающегося не соответствуют критериям сформированности компетенции, обучающемуся выставляется оценка "неудовлетворительно".

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

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

### *Основная литература*

1. Колодязная, В.А. Биотехнология: учебник / В.А. Колодязная, М.А. Самотруева. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 384 - 978-5-9704-5436-7. - Текст: непосредственный.
2. Глазова, Н. В. Технология выделения и очистки биологически активных веществ: учебно-методическое пособие по дисциплине "Технология выделения и очистки БАВ" для студентов 4 курса ФПТЛ, обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология / Н. В. Глазова, Н. В. Котова.; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФУ, 2019. - 64 с. - Текст: непосредственный.
3. Котова, Н. В. Учебно-методическое пособие к расчетным занятиям по дисциплине "Технология выделения и очистки БАВ": для студентов IV курса факультета промышленной технологии лекарств / Н. В. Котова, Н. В. Глазова, А. Н. Серкова.; ГБОУ ВПО СПХФА Минздрава России. - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФА, 2016. - 48 с. - Текст: непосредственный.

### *Дополнительная литература*

1. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия: справочное издание / Р. Шмид; пер. с нем. А. А. Виноградовой, А. А. Синюшина. - Москва: Бином. Лаб. знаний, 2014. - 324 с. с. - 978-5-94774-767-6. - Текст: непосредственный.
2. Зарецкий, А. Д. Промышленные технологии и инновации: учебник / А. Д. Зарецкий, Т. Е. Иванова. - Санкт-Петербург: Питер, 2014. - 473 с. - 978-5-496-00479-4. - Текст: непосредственный.
3. Глазова, Н. В. Современные технологии выделения, очистки и модификации биотехнических АФС (ферментов): монография / Н. В. Глазова, А. Н. Кучеренко (Серкова), А. П. Омелянова. - Москва: КноРус, 2019. - 152 с. - 978-5-406-07780-1. - Текст: непосредственный.

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

### *Профессиональные базы данных*

Не используются.

### *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. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва

## **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 плоскочечного текста;

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

учебные помещения

рН-метр рН-420 (с комбиниров. рН-электродом) - 1 шт.

Баня водяная УТ-4313, 13л - 1 шт.

Весы лабораторные электронные CUBIS MSU124S-000-DU - 1 шт.

Влагомер термогравиметрический инфракрасный - 1 шт.

Мешалка верхнеприводная ES-8300 - 1 шт.

рН метр портативный ST300-B - 1 шт.

Спектрофотометр UV-mini-1240 Shimadzu - 1 шт.

Спектрофотометр сканирующий СФ-2000 - 1 шт.  
Центрифуга лабораторная рефрижераторная Unicen MR с ротором TF 6.94 (6\*94мл) - 1 шт.  
Шейкер-инкубатор ES -20/60 в комплекте с платформой с держателями для 16 штук 25 - 1 шт.

#### учебно-лабораторные помещения

Баня водяная УТ-4313, 13л - 1 шт.  
Баня лаборатор.шестиместная ПЭ-4300 - 1 шт.  
Дозатор 1-канальный 100-1000мкл - 1 шт.  
Компрессорная установка - 1 шт.  
Пинцет анатомический общ.назн.ПА150х2.5 П-97 - 1 шт.  
Поляриметр круговой СМ-3 УХЛ 4.2 - 1 шт.  
Поляриметр СМ-3 - 1 шт.  
Скальпель брюшистый средний 150х40 - 1 шт.  
Спектрофотометр ПЭ-54ВИ 2012 - 1 шт.  
Спектрофотометр СФ-2000 - 1 шт.  
Фотометр Эксперт-003 - 1 шт.  
Центрифуга ОПН-12 - 1 шт.  
Шейкер настольный ВВ1-8860866 CERTOMAT МОИ - 1 шт.  
Шкаф вытяжной лабораторный с тремя дверцами - 1 шт.  
Штатив лабораторный ПЭ-2700 (3 лапки 1 кольцо) - 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=1037>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1037>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1037>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1037>

Учебно-методическое обеспечение:

Котова Н.В. Технология выделения и очистки биологически активных веществ : электронный учебно-методический комплекс / Н.В. Котова, Н.В. Глазова; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2018. – Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. – URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1037>. — 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. В рамках консультаций проводится контроль выполнения обучающимся самостоятельной работы. Контроль осуществляется в следующей форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий  
Коллоквиума

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

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

Проекта

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: темы групповых и/или индивидуальных проектов.

Собеседование

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

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

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий

*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:

#### Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

#### Коллоквиума

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

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

#### Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий