

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.О.06 ИНЖЕНЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки: 19.04.01 Биотехнология

Профиль подготовки: Биоинженерия и биомедицина

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Год набора: 2022

Срок получения образования: 2 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.  
в академических часах: 108 ак.ч.

**Разработчики:**

Кандидат биологических наук, доцент, кафедра биотехнологии Топкова О. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 № 737, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 430н; "Специалист по промышленной фармации в области обеспечения качества лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 429н; "Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ", утвержден приказом Минтруда России от 22.07.2020 № 441н; "Педагог дополнительного образования детей и взрослых", утвержден приказом Минтруда России от 22.09.2021 № 652н; "Специалист по экологической безопасности (в промышленности)", утвержден приказом Минтруда России от 07.09.2020 № 569н; "Инженер-технолог по обращению с медицинскими и биологическими отходами", утвержден приказом Минтруда России от 24.12.2015 № 1149н; "Специалист по управлению интеллектуальной собственностью и трансферу технологий", утвержден приказом Минтруда России от 07.09.2020 № 577н.

**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	22.07.2022
2	Методическая комиссия факультета	Председатель методической комиссии/совета	Алексеева Г. М.	Согласовано	22.07.2022
3	Научно-образовательный центр технологии рекомбинантных белков	Ответственный за образовательную программу	Гершович П. М.	Согласовано	22.07.2022

**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	23.06.2022, № 11

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

### *Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-4 Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности

ОПК-4.2 Находит оптимальные решения для создания современных технологий получения биотехнологических субстанций

#### *Знать:*

ОПК-4.2/Зн1 Знать стандартное и нестандартное, в том числе инновационное оборудование для осуществления биотехнологических процессов

ОПК-4.2/Зн2 Знать основные подходы к расчету и выбору биореакторов

ОПК-4.2/Зн3 Знать современные методы и приборы контроля и управления биотехнологическим процессом

#### *Уметь:*

ОПК-4.2/Ум1 Уметь оценивать гидродинамические и массообменные характеристики биореакторов

ПК-П1 Разрабатывает новые пути и технологии получения биологических активных веществ и иммунобиологических препаратов, с учетом потенциального риска от внедрения инновационных технологий

ПК-П1.1 Разрабатывает новые пути и технологии получения биологических активных веществ и иммунобиологических препаратов, с учетом потенциального риска от внедрения инновационных технологий

#### *Знать:*

ПК-П1.1/Зн2 Знать кинетику процессов утилизации субстратов и образования биомассы и продуктов метаболизма

ПК-П1.1/Зн3 Знать основные подходы к масштабированию биотехнологических процессов

ПК-П1.1/Зн4 Знать принцип проведения перфузионного культивирования

#### *Уметь:*

ПК-П1.1/Ум2 Уметь определять критерии масштабирования процессов культивирования биообъектов

ПК-П1.1/Ум3 Уметь рассчитывать режимы перфузионного культивирования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.06 «Инженерная реализация биотехнологических процессов» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 2.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б2.О.01(П) производственная практика, НИР1 (научно-исследовательская работа);

Б1.О.03 Химия белка;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.15 Автоматизация и оптимизация биотехнологических процессов;

Б1.В.ДВ.02.02 Клеточная биология;

Б1.В.ДВ.02.01 Клеточные технологии;

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

Б1.О.09 Прикладные аспекты молекулярной и клеточной биологии;

Б2.О.01(П) производственная практика, НИР1 (научно-исследовательская работа);

Б2.В.03(П) производственная практика, НИР2 (научно-исследовательская работа);

Б1.В.ДВ.03.02 Риск-менеджмент;

Б1.О.13 Теоретическая и практическая иммунология;

Б1.В.ДВ.03.01 Фармакоэкономика инновационных лекарственных препаратов;

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 теоретического обучения (часы)	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Второй семестр	108	3	61	7	18	36	43	Дифференцированный зачет (4)
Всего	108	3	61	7	18	36	43	4

### 4. Содержание дисциплины

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

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации в период теоретического обучения				Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Лекции	
<b>Раздел 1. Технологические аспекты биологических процессов</b>	<b>58</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	ОПК-4.2 ПК-П1.1
Тема 1.1. Стехиометрия клеточного роста.	14	1	2	4	7	
Тема 1.2. Кинетика процессов утилизации субстратов, образования продуктов метаболизма и биомассы.	22	2	4	8	8	

Тема 1.3. Процессы переноса в биотехнологических системах	22	2	4	8	8	
<b>Раздел 2. Инженерное обеспечение биотехнологических процессов</b>	<b>46</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	ОПК-4.2 ПК-П1.1
Тема 2.1. Оборудование биотехнологических систем	25	1	6	8	10	
Тема 2.2. Контроль и автоматизация биотехнологических процессов	21	1	2	8	10	
<b>Итого</b>	<b>104</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>43</b>	

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

##### *Раздел 1. Технологические аспекты биологических процессов*

###### *Тема 1.1. Стехиометрия клеточного роста.*

Общая стехиометрия клеточного роста; состав среды и коэффициенты выхода. Стехиометрическая зависимость между биомассой и субстратом. Основной обмен. Материальный баланс по элементам и клеточный рост. Стехиометрия образования продуктов метаболизма. Стехиометрия энергетического обмена. Оценка количества выделяющейся теплоты и соответствующих экономических коэффициентов

###### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Разноуровневые задачи и задания
Контроль самостоятельной работы
Собеседование

###### *Тема 1.2. Кинетика процессов утилизации субстратов, образования продуктов метаболизма и биомассы.*

Рост организмов и популяций. Рост отдельных клеток. Эмпирические кривые роста популяций микроорганизмов в замкнутой культуре. Автокаталитический рост популяций. Идеальные реакторы для изучения кинетики клеточного роста. Кинетика сбалансированного роста. Уравнение Моно. Влияние параметров среды на кинетику клеточного роста. Ферментативные реакции. Кинетика клеточного роста в переходном состоянии. Модели кинетики клеточного роста. Кинетика образования продуктов метаболизма. Технично-экономический расчет момента окончания ферментации.

###### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Разноуровневые задачи и задания
Контроль самостоятельной работы
Собеседование

###### *Тема 1.3. Процессы переноса в биотехнологических системах*

Аэрация культуральной жидкости. Основные понятия и параметры процесса. Барботаж. Массообмен между газовой и жидкой фазами в клеточных системах. Скорость утилизации кислорода в процессах клеточного метаболизма. Определение скорости переноса кислорода. Реологические свойства культуральных жидкостей и их влияние на массообменные процессы. Определение объемного коэффициента массоотдачи и мощность, потребляемая реакторами с перемешиванием и барботажным устройством. Массообмен и масштабирование.

Текущий контроль

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

**Раздел 2. Инженерное обеспечение биотехнологических процессов**

*Тема 2.1. Оборудование биотехнологических систем*

Биореакторы для глубинного культивирования. Мембранные биореакторы для биосинтетических и биокаталитических процессов Особенности технологии процессов с участием растительных и животных клеток и соответствующих биореакторов. Перфузионное культивирование и системы перфузии. Инженерные расчеты биореакторов.

Текущий контроль

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

*Тема 2.2. Контроль и автоматизация биотехнологических процессов*

Детекторы для определения физических и химических параметров среды и газов. Детекторы для непрерывного контроля характеристик популяции клеток. Автономные методы анализа. Автоматические и роботизированные комплексы для культивирования клеток. Интерфейсы и программное обеспечение. Методы управления биотехнологическими процессами. Автоматизация биологических исследований.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Доклад, сообщение
Контроль самостоятельной работы

**4.3. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (7 ч.)**

**Раздел 1. Технологические аспекты биологических процессов (5 ч.)**

Тема 1.1. Стехиометрия клеточного роста. (1 ч.)

Консультация по материалам темы, вызывающим затруднение у обучающихся.

Тема 1.2. Кинетика процессов утилизации субстратов, образования продуктов метаболизма и биомассы. (2 ч.)

Консультация по решению задач и теоретическим вопросам, вызывающим затруднения у

Тема 1.3. Процессы переноса в биотехнологических системах (2 ч.)

1. Консультация по проведению практической работы.
2. Консультация по теоретическим вопросам, вызывающим затруднение у обучающихся.

## **Раздел 2. Инженерное обеспечение биотехнологических процессов (2 ч.)**

Тема 2.1. Оборудование биотехнологических систем (1 ч.)

Консультация по порядку подготовки и проведения мини-конференции.

Тема 2.2. Контроль и автоматизация биотехнологических процессов (1 ч.)

Консультация по порядку подготовки и проведения мини-конференции

### **4.4. Содержание занятий лекционного типа.**

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

#### **Раздел 1. Технологические аспекты биологических процессов (10 ч.)**

Тема 1.1. Стехиометрия клеточного роста. (2 ч.)

Общая стехиометрия клеточного роста.

Тема 1.2. Кинетика процессов утилизации субстратов, образования продуктов метаболизма и биомассы. (4 ч.)

1. Кинетика процессов утилизации субстратов, образования продуктов метаболизма и биомассы.
2. Строение и функционирование современных систем культивирования биообъектов

Тема 1.3. Процессы переноса в биотехнологических системах (4 ч.)

1. Массообмен между газовой и жидкой фазами в клеточных системах
2. Реологические свойства культуральных жидкостей и их влияние на массообменные процессы.

#### **Раздел 2. Инженерное обеспечение биотехнологических процессов (8 ч.)**

Тема 2.1. Оборудование биотехнологических систем (6 ч.)

1. Инженерные расчеты биореакторов.
2. Мембранные биореакторы и биомембранные системы.
3. Перфузионное культивирование и системы перфузии.

Тема 2.2. Контроль и автоматизация биотехнологических процессов (2 ч.)

Методы управления биотехнологическими процессами.

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

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

#### **Раздел 1. Технологические аспекты биологических процессов (20 ч.)**

Тема 1.1. Стехиометрия клеточного роста. (4 ч.)

Расчет энергетической эффективности накопления метаболитов. Влияние концентрации лимитирующего субстрата на скорость размножения клеток биообъекта.

Тема 1.2. Кинетика процессов утилизации субстратов, образования продуктов метаболизма и биомассы. (8 ч.)

1. Влияние концентрации лимитирующего субстрата на скорость размножения клеток биообъекта.
2. Анализ кривых роста популяции клеток биообъекта.

Тема 1.3. Процессы переноса в биотехнологических системах (8 ч.)

Расчет коэффициентов диффузии кислорода в различных системах. Расчет коэффициента массоотдачи.

#### **Раздел 2. Инженерное обеспечение биотехнологических процессов (16 ч.)**

Тема 2.1. Оборудование биотехнологических систем (8 ч.)

1. Расчеты биореактора: технологический, конструктивный, гидравлический, энергетический и теплотехнический.

2. Биомембранные системы, их функционирование, развитие и использование в биотехнологии (мини-конференция)

Тема 2.2. Контроль и автоматизация биотехнологических процессов (8 ч.)

1. Современные контрольно-измерительные и регистрирующие приборы для биореакторов (мини-конференция)

2. Автоматизация биотехнологических исследований (мини-конференция).

#### **4.6. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

**Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (43 ч.)**

**Раздел 1. Технологические аспекты биологических процессов (23 ч.)**

Тема 1.1. Стехиометрия клеточного роста. (7 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Тема 1.2. Кинетика процессов утилизации субстратов, образования продуктов метаболизма и биомассы. (8 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Тема 1.3. Процессы переноса в биотехнологических системах (8 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

**Раздел 2. Инженерное обеспечение биотехнологических процессов (20 ч.)**

Тема 2.1. Оборудование биотехнологических систем (10 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

2. Подготовка доклада с презентацией к мини-конференции

Тема 2.2. Контроль и автоматизация биотехнологических процессов (10 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

2. Подготовка доклада с презентацией к мини-конференции

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

*Промежуточная аттестация: Дифференцированный зачет, Второй семестр.*

Промежуточная аттестация проводится в виде дифференцированного зачета. Зачет проводится в формате устного собеседования по вопросам билета к зачету.

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, неудовлетворительная оценка проставляется только в ведомости. В случае неявки студента для сдачи зачета в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Уровень качества ответа студента определяется с использованием оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». 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. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты: учебное пособие для вузов / А. Ю. Винаров, Л. С. Гордеев, А. А. Кухаренко, В. И. Панфилов, В. А. Быков. - 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - 274 с - 978-5-534-10765-4. - Текст: электронный. // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/book/cover/5C043E43-4E1C-43B9-8F9C-46E6909D9E1B> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

2. Сироткин,, А. С. Теоретические основы биотехнологии: учебно-методическое пособие / А. С. Сироткин,, В. Б. Жукова,. - Теоретические основы биотехнологии - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. - 87 с. - 978-5-7882-0906-7. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/63475.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Долгунин,, В. Н. Биотехнологические процессы и аппараты: учебное пособие / В. Н. Долгунин,, В. А. Пронин,. - Биотехнологические процессы и аппараты - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 80 с. - 978-5-8265-2291-2. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/115710.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

2. Фролов,, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В. Ф. Фролов,. - Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. - 608 с. - 078-5-93808-348-7. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/97816.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

3. Станишевский, Я.М. Промышленная биотехнология лекарственных средств: учебное пособие / Я.М. Станишевский. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 144 - 978-5-9704-5845-7. - Текст: непосредственный.

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

#### *Профессиональные базы данных*

1. <https://www.gost.ru/> - Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации

2. <http://docs.cntd.ru> - База нормативных и нормативно-технических документов «Техэксперт»

#### *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

3. [www.arfp.ru](http://www.arfp.ru) - Портал Ассоциация российских фармацевтических производителей (АРФП): в том числе архив номеров журнала «Фармацевтическая промышленность»

4. <http://apps.webofknowledge.com> - Science Citation Index Expanded

5. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс :[справочно-правовая система] / ЗАО "КонсультантПлюс". - [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 плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - 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.

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

"Бокс микробиологической безопасности БМБ-II-" "Ламинар-С" -1,5 II класса, тип А2 на" - 1 шт.

рН-метр рН-420 (с комбиниров. рН-электродом) - 1 шт.  
Анализатор влажности Sartorius MA-45 - 1 шт.  
Весы лабораторные OHAUS PX423/E - 1 шт.  
Дозатор 1-канальный 100мкл - 1 шт.  
Дозатор 1-канальный 20-200мкл - 1 шт.  
Дозатор 1-канальный 20мкл - 1 шт.  
Компрессор с шумопоглощающим шкафом и редуктором - 1 шт.  
Насос вакуумный лабораторный 16694-2-50-06 - 1 шт.  
Пинцет анатомический общ.назн. ПА 150x2,5 - 1 шт.  
рН метр портативный ST300-B - 1 шт.  
Скальпель остроконечный средний 150x40 - 1 шт.  
Ферментер (биореактор) с рубашкой для культивирования микроорганизмов Evio, Фарм - 1 шт.

Центрифуга лаб.медицинская ЦЛН-16 (ротор 12x10) - 1 шт.  
Шейкер-инкубатор ES -20/60 Biosan в комплекте - 1 шт.  
"Бокс микробиологической безопасности БМБ-II-" "Ламинар-С" -1,5 II класса, тип А2 на" - 1 шт.

рН-метр рН-420 (с комбиниров. рН-электродом) - 1 шт.  
Анализатор влажности Sartorius MA-45 - 1 шт.  
Весы лабораторные OHAUS PX423/E - 1 шт.  
Дозатор 1-канальный 100мкл - 1 шт.  
Дозатор 1-канальный 20-200мкл - 1 шт.  
Дозатор 1-канальный 20мкл - 1 шт.  
Компрессор с шумопоглощающим шкафом и редуктором - 1 шт.  
Насос вакуумный лабораторный 16694-2-50-06 - 1 шт.  
Пинцет анатомический общ.назн. ПА 150x2,5 - 1 шт.  
рН метр портативный ST300-B - 1 шт.  
Скальпель остроконечный средний 150x40 - 1 шт.  
Ферментер (биореактор) с рубашкой для культивирования микроорганизмов Evio, Фарм - 1 шт.

Центрифуга лаб.медицинская ЦЛН-16 (ротор 12x10) - 1 шт.  
Шейкер-инкубатор ES -20/60 Biosan в комплекте - 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: <https://edu-spcpu.ru/course/view.php?id=1355>

Консультирование: <https://edu-spcpu.ru/course/view.php?id=1355>

Контроль: <https://edu-spcpu.ru/course/view.php?id=1355>

Размещение учебных материалов: <https://edu-spcpu.ru/course/view.php?id=1355>

Учебно-методическое обеспечение:

Топкова О.В. Инженерная реализация биотехнологических процессов : электронный учебно-методический комплекс / Инициалы и Фамилии всех авторов курса; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. – URL: <https://edu-spcpu.ru/course/view.php?id=1355> — 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

#### 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

#### Доклада, сообщения

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: темы докладов, сообщений.

### *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.

### *Практические занятия*

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: дискуссия, деловая игра, круглый стол, мини-конференция. 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

#### Защита отчета о практической работе

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

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по теме практической работы.

#### Отчет по практической 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.

#### 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

#### Доклада, сообщения

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: темы докладов, сообщений.