

Федеральное бюджетное учреждение науки  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВИРУСОЛОГИИ И  
БИОТЕХНОЛОГИИ «ВЕКТОР»  
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей  
и благополучия человека  
(ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора)



УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор»  
Роспотребнадзора  
Р.А. Максютов

«16» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«БИОТЕХНОЛОГИЯ»

Группа научных специальностей: 1.5. Биологические науки

Научная специальность: 1.5.6. Биотехнология

Кольцово 2022

Составитель:

Д.Н. Щербаков, кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник  
отдела биоинженерии ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора

Согласовано:

Заведующий отделом аспирантуры



Т.Ю.Болдырева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании Ученого совета ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора.

Протокол № 10 от « 15 » 08 2022 г.

Содержание	
1. Общие положения.....	4
2. Требования к планируемым результатам освоения дисциплины.....	4
3. Содержание дисциплины.....	5
3.1. Трудоемкость освоения дисциплины.....	5
3.2. Тематический план дисциплины.....	5
4. Оценка качества освоения дисциплины.....	6
4.1. Текущий контроль успеваемости.....	6
4.2. Промежуточная аттестация .....	7
4.3. Перечень вопросов для подготовки к экзамену.....	7
4.4. Критерии оценивания качества освоения дисциплины.....	11
5. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины.....	12
5.1. Основная учебная литература.....	12
5.2. Дополнительная учебная литература.....	13
5.3. Научная и справочно-библиографическая литература.....	14
5.4. Ресурсы сети «Интернет».....	14
5.5. Информационные технологии (программные продукты).....	14
5.6. Материально-техническое обеспечение.....	14

## 1. Общие положения

Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний и умений для самостоятельного решения практических задач биотехнологической промышленности по использованию и совершенствованию действующих и разработке новых технологических процессов, создания средств специфической профилактики вирусных болезней, создания новых лекарственных средств и диагностических наборов для выявления инфекционных заболеваний.

Дисциплина «Биотехнология» имеет своей целью дать аспиранту целостные представления о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека, имеющем в своей основе использование биотехнологических объектов (клеток микроорганизмов, растений, животных и т.п.) или молекул (нуклеиновые кислоты, белки, углеводы, липиды в индивидуальном виде или в виде их смеси, комплексов и пр.) для использования их при получении биотехнологической продукции для народного хозяйства и в разработке нового поколения вакцинных, лечебных и диагностических препаратов для нужд здравоохранения.

Задачи изучения дисциплины состоят в познании сущности процессов биологической природы при производстве продуктов для народного хозяйства и здравоохранения, освоении методов и приемов управления этими процессами в получении высококачественных продуктов на основе новейших достижений в области биотехнологии.

Дисциплина отнесена к обязательным дисциплинам образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.5.6. Биотехнология.

Дисциплина «Биотехнология» изучается в третьем и четвертом семестрах второго курса. Изучение дисциплины опирается на знания в области физики, химии, математики, философии, специальных дисциплин, освоенных аспирантами на предшествующих этапах обучения.

В основе программы – 8 разделов, для изучения каждого из которых проводятся аудиторные занятия в виде лекций и требуется самостоятельная домашняя работа обучающихся.

## 2. Требования к планируемым результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать	- основы промышленной микробиологии, инженерной энзимологии, генетической и клеточной инженерии, биотехнологические способы получения и анализа биологически активных веществ, основы хроматографического процесса, аппаратную часть биотехнологического производства, основы биобезопасности при работе с биологическими объектами;
Уметь	- осуществлять поиск, отбор и анализ информации, читать упрощенные технологические схемы, использовать понятийный аппарат, необходимый для самостоятельного восприятия, осмысления и усвоения биотехнологических знаний; устанавливать взаимосвязь биотехнологических процессов с физико-химическими, экономическими и экологическими.

Владеть	- практическими навыками получения биологически активных веществ и методами их анализа, методами разработки технологических процессов получения биологически активных веществ.
---------	--

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов/ З.Е.
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	<b>36</b>
в том числе: лекции	36
практические (семинарские) занятия	
Самостоятельная работа обучающихся	72
Общая трудоемкость	<b>108/3</b>

#### 3.2. Тематический план дисциплины

№ темы	Наименование разделов и тем	Всего часов	Лекции	Самостоятельная работа
	<b>Раздел I. Вводная часть</b>			2
	<b>Раздел II. Биологические аспекты биотехнологии</b>			16
	<b>Раздел III. Физико-химические аспекты биотехнологии</b>			16
	<b>Раздел IV. Технологические аспекты биотехнологии</b>			16
	<b>Раздел V. Биотехнология для медицины</b>			2
	<b>Раздел VI. Практические методы биотехнологии</b>			8
	<b>Раздел VII. Бионанотехнология</b>			4
	<b>Раздел VIII. Биобезопасность при проведении биотехнологических работ</b>			8
1	Объекты биотехнологии – микроорганизмы, культуры клеток, в т.ч. растений, микробиологические продукты, биологически активные вещества, их физико-химические свойства, функции, способы создания продуцентов биологически активных веществ		2	
2	Создание источников биологически активных веществ, включая методы получения и культивирования рекомбинантных клеток		2	
3	Методы извлечения биополимеров из биоматериала; Методы «грубого» фракционирования биополимеров - Технологии разделения с использованием центрифугирования, фильтрации, диффузии и диализа		2	

4	Хроматографические методы разделения и очистки биополимеров (История возникновения и развития; основные понятия и термины; классификация и примеры хроматографических методов)		2	
5	Хроматографические методы разделения и очистки биополимеров (Классификация и примеры хроматографических методов; материалы и оборудование)		2	
6	Электрофоретические методы разделения, очистки и анализа биополимеров (Принципы метода; материалы и оборудование)		2	
7	Методы получения биополимеров на основе нуклеиновых кислот		2	
8	Методы получения биополимеров на основе белков		2	
9	Химические, физические и иммунохимические методы для анализа биологически активных веществ, качественные и количественные реакции на биополимеры		2	
10	Основы и методы разработки препаратов вакцин		2	
11	Основы разработки иммунофармакологических препаратов (Принципы доклинических и клинических испытаний препаратов медицинского назначения; использование модели лабораторных животных в исследованиях биополимеров, правила GLP)		2	
12	Получение рекомбинантных белков с использованием растительных продуцентов, правовые вопросы получения и использования генно-модифицированных организмов		2	
13	4. Использование культур клеток и современные достижения клеточной биотехнологии		2	
14	Современные достижения в области биотехнологических разработок средств диагностики (ИФА, ПЦР)		2	
15	Технологические схемы и современное оборудование биотехнологического производства		2	
16	Учет движения патогенных биологических объектов, транспортировка биоматериалов		2	
17	Концепция биологической безопасности в лабораторных условиях, классификации патогенов по уровням риска, основные понятия биобезопасности		2	
18	Аварийные ситуации на биотехнологическом производстве и меры их устранения		2	
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

#### 4. Оценка качества освоения дисциплины

##### 4.1. Текущий контроль успеваемости

Для текущего контроля успеваемости аспирантов используется проведение устного группового опроса по одной или нескольким важным темам курса и прохождение тестов.

## 4.2. Промежуточная аттестация

Для контроля качества освоения дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен.

Форма проведения экзамена – устная, с сочетанием письменной и устной форм, в том числе в форме тестирования.

На экзамене аспиранту предлагается три вопроса. Время на подготовку к ответу – не более 45 минут. По каждому из вопросов поступающий излагает основные понятия в письменном виде, решает задачу (при наличии), а затем проводится устная беседа с экзаменаторами.

## 4.3. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

**I. Вводная часть.** Предмет и задачи биотехнологии. История становления и развития как научной дисциплины. Связь с другими науками. Теоретическое и практическое значение. Роль биотехнологии в научно-техническом прогрессе и здравоохранении. Особенности разработки и коммерциализации биологических технологий в Российской Федерации, США, КНР и странах ЕС.

### II. Биологические аспекты биотехнологии

- Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Клеточные и неклеточные формы жизни. Принципы классификации живых организмов. Особенности строения эукариот, прокариот, архей и вирусов. Строение ядра и его роль в наследственности, доказательстве роли ядра, хромосом и ДНК в передаче свойств и признаков.
- Молекулярные основы организации хромосом. Функция ДНК, гистонов и РНК в клеточном метаболизме. Энзимология генетических процессов.
- Трансформация, лизогения, трансдукция.
- Основы генной инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Получение и клонирование рекомбинантных молекул. Создание векторов на основе плазмид и вирусов. Перспективы применения рекомбинантных молекул. Эндонуклеазы рестрикции, свойства и специфичность.
- Мутации, их классификация. Молекулярный механизм генных мутаций. Генетический контроль мутационного процесса.
- Селекция. Генетические основы селекции. Генетика популяций и генетические основы эволюции. Популяция и её генетическая и экологическая структура. Наследственность, изменчивость и отбор как факторы эволюции.
- Производственный ферментёр как экологическая ниша. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизованное культивирование и т.д.).
- Физиология питания: элементы питания, значение их недостатка или избытка для хода процесса биосинтеза. Типы питания микроорганизмов (автотрофия, хемолитотрофия и т.д.). Теория лимитирования и ингибирования роста элементами питания.
- Физиология энергетического обмена: использование клетками и эффективность тех или иных энергопродуцирующих процессов в зависимости от условий среды. Управление экономическим коэффициентом, взаимосвязь с эффективностью и условиями роста.
- Взаимодействие клеток и среды. Влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микробов. Аэробное дыхание и анаэробные процессы окисления.

- Связь структуры и функции элементов клеток. Функциональная цитология, вопросы дифференциации и условия, её вызывающие.

### **III. Физико-химические аспекты биотехнологии**

#### **1. Биоорганическая химия и биохимия**

- Общие представления о строении и свойствах структур клеток. Связь химической природы и биологической функции биополимеров в клетке. Химическая природа белков, углеводов, липидов и нуклеиновых кислот, их структура и основные свойства. Минеральные компоненты и вода.
- Ферменты. Их особенность как биокатализаторов, биохимическая роль. Химическая природа ферментов, активные центры. Механизм ферментативного катализа. Коферменты и витамины, роль металлов и других кофакторов в функционировании ферментов. Связь конформации и активности, обратимая и необратимая денатурация. Локализация ферментов в клетке. Внутри- и внеклеточные ферменты.
- Функции и основные свойства внеклеточных гидролитических ферментов. Транспорт компонентов среды в микробную клетку. Метаболический фонд микробных клеток. Представления и закономерности реакций катаболизма, амфиболизма и анаболизма.
- Основные пути ассимиляции субстратов: белков, жиров, углеводов, аминокислот, углеводов, спиртов, органических кислот, минеральных компонентов. Гликолиз и брожение. Цикл Кребса. Участие метаболитов цикла Кребса в реакциях биосинтеза аминокислот.
- Биоэнергетика. Образование АТФ и других макроэнергетических соединений в клетках. Энергетический эффект цикла Кребса и гликолиза.
- Основные представления о биосинтезе аминокислот.
- Биосинтез белков и полисахаридов, основные этапы. Функции мембран в регуляции активности ферментов в клетках. Влияние факторов среды на процессы метаболизм в клетках.

#### **2. Биофизическая химия**

- Термодинамические расчеты биохимических реакций: теплота и свободная энергия, влияние температуры, рН и растворителя. Влияние внешней среды на стационарное состояние клетки как открытой системы. Понятие элементарных, простых и сложных реакций, закон действующих масс и его применение для кинетического описания химических процессов.
- Стационарная кинетика ферментативных реакций; уравнение Михаэлиса-Ментен, физический смысл констант. Исследование ферментативных реакций в стационарном режиме, обработка и интерпретация кинетических экспериментов. Необратимая инактивация ферментов, ее кинетическое описание и исследование. Общее описание влияния рН на скорость ферментативных реакций. Влияние температуры на ферменты и скорость реакций в их присутствии.
- Кинетика роста популяций. Изменение плотности популяции во времени при периодическом культивировании микроорганизмов и клеток, фазы роста. Экономический и метаболический коэффициенты, конструктивный и энергетический обмен, затраты на поддержание. Математическое описание кривой роста. Влияние субстрата и продуктов на удельную скорость роста – уравнения Моно и Иерусалимского. Экспериментальная оценка и физический смысл констант уравнения Моно и Иерусалимского; интегральная форма зависимости. Математическое описание турбулярной и хемостатной культуры. Кинетическое описание смешанных культур микроорганизмов.



- Кинетика гибели микроорганизмов, расчет процесса стерилизации жидких сред и оборудования, критерий стерилизации. Количественное описание образования продуктов при ферментации; кинетика накопления продуктов, связанных с ростом. Накопление вторичных метаболитов – основные качественные и количественные закономерности.
- Особенности исследования кинетики процессов биосинтеза, осложненных массопереносом субстрата, кислорода или продуктов.
- Спектроскопические методы анализа. Основные понятия. Поглощение и излучение. Закон Ламберта-Бэра. Единицы измерения. Классификация областей спектров. Флуоресцентные методы анализа. Понятие об электронной микроскопии. Приборы для спектрофотометрии.
- Классификация дисперсных систем, методы получения и свойства дисперсных систем, примеры биологических коллоидов. Адсорбция на поверхности жидкостей, поверхностные явления, поверхностно-активные вещества. Адсорбция из газов, жидкостей и растворов на твердых поверхностях. Основные принципы и закономерности хроматографического процесса. Практическое применение хроматографии для биохимических анализов. Электрофорез белков.
- Высокомолекулярные биологические коллоидные системы, свойства растворов белков и полисахаридов. Обратимая и необратимая денатурация белков, физико-химические свойства гелей, набухание гелей, диффузия в гелях.

#### **IV. Технологические аспекты биотехнологии**

- Современные методы производства биологических препаратов, их особенности и сравнительная оценка. Исходные сырье и энергетические ресурсы для получения биопрепаратов. Технология и оборудование производства биопрепаратов. Формы биопрепаратов с точки зрения технологии их получения.
- Характеристика питательных сред для культивирования микроорганизмов и культур клеток и тканей. Виды культур клеток и тканей. Основные принципы выращивания культур клеток и тканей. Культивирование вирусов в культурах клеток, куриных эмбрионах, лабораторных животных.
- Классификация биосинтеза по технологическим параметрам. Принципы организации материальных потоков: периодический, полупериодический, объемно-доливной, непрерывный. Глубинная ферментация. Массообмен. Поверхностная ферментация. Принципиальная схема глубинного культивирования. Основные типы ферментационной аппаратуры для поверхностного и глубинного культивирования.
- Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов концентрирования, выделения и очистки биотехнологических продуктов. Общность методов очистки продуктов биосинтеза, оргсинтеза и традиционных технологий на конечных стадиях получения лекарственных субстанций.
- Сушка биологических препаратов. Сублимационная, распылительная и другие виды сушки. Факторы инактивации микроорганизмов при высушивании. Роль стабилизирующих сред. Способы оценки качества сухих биопрепаратов.
- Измельчение и гранулирование сухих биопрепаратов. Основные способы измельчения твердых тел. Влияние среды на процесс диспергирования. Физико-химические свойства измельченных порошков.
- Основные представления о технологии промышленного получения белка; белково-витаминные концентраты на базе гидролизатов древесины, растительных отходов, углеводов нефти, дизельного топлива, спиртов и природного газа.

- Механизмы регуляции биосинтеза первичных и вторичных метаболитов. Управление процессом. Микробиологическое производство аминокислот; технология получения лизина, глутаминовой кислоты и других аминокислот. Микробиологический синтез витаминов. Основные продуценты. Схема биосинтеза и пути интенсификации процесса.
- Перспективы промышленного применения методов биотехнология в народном хозяйстве.
- ГММ и ГМО – методы получения, изучение безопасности. Правовые и биоэтические аспекты использование ГМО в практике здравоохранения и народного хозяйства.
- Патентование и защита авторских прав в области биотехнологии.

## **V. Биотехнология для медицины**

- Основные представления о методах биотехнологии для профилактики, терапии и диагностики.
- Основные представления о технологии получения антибиотиков, полусинтетических антибиотиков. Микробиологическое производство витаминов для здравоохранения.
- Препараты и технологии их получения из тканей животных и морских организмов (инсулин, паратиреоидин, панкреатин, цитарабин и др.)
- Основные представления о технологии ферментных препаратов, особенности очистки и концентрирования. Полиферментные системы и их применение.
- Инженерная энзимология и повышение эффективности биообъектов (индивидуальных ферментов, комплексов и клеток-продуцентов) в условиях производства. Повышение качества лекарственных препаратов.
- Основные представления о технологии получения рекомбинантных белков для терапии (инсулин человека; гормон роста; интерфероны; интерлейкины; факторы роста, регулирующие гемопоэз - эритропоэтин, филграстим, молграмостим; антикоагулянт лепирудин (рекомбинантный вариант гирудина); фибринолитик урокиназа; тканевый активатор профибринолизина алтеплаза; противолейкемический препарат L-аспарагиназа и др.).
- Продуценты: прокариотические и эукариотические клетки, трансгенные животные, их преимущества и недостатки.
- Основные представления об использовании стволовых и генно-модифицированных клеток в терапии.
- Иммунобиотехнология. Иммунные сыворотки. Типы вакцин и подходы их конструирования. Рекомбинантные и векторные вакцины. Основные понятия о генотерапии. Современные иммунобиологические препараты.
- Представление о способах получения и применения в терапии моноклональных антител (противоопухолевые, антитоды и др.).
- Препараты нормофлоры (пробиотики, микробиотики, эубиотики) - препараты на основе живых культур микроорганизмов-симбионтов.
- Технологии культивирования *in vitro* клеток и тканей растений для получения биологически активных веществ.
- Единая система GLP, GCP, GMP при внедрении в практику и производство биотехнологических лекарственных препаратов.
- Основные представления об использовании рекомбинантных молекул (ДНК и белков, в т.ч. - антител) в диагностике (ПЦР, ИФА).
- Использование методов иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике заболеваний. Основы современной иммунобиотехнологии.

- Гибридная технология. Использование антител для очистки биологически активных веществ.

## **VI. Практические методы биотехнологии**

- Методы приготовления экстрактов.
- Разделение белков путем осаждения (солями, органическими растворителями и др.).
- Разделение белков путем адсорбции (виды хроматографии: ионообменная, адсорбционная, аффинная и др.).
- Виды и принципы разделения молекул при электрофорезе.
- Определение чистоты и концентрации белков и нуклеиновых кислот.
- Представление о ИФА, ПЦР анализе.
- Методы контроля биотехнологических процессов. Методы определения концентрации микроорганизмов. Химический анализ основных компонентов культуральной жидкости. Контроль асептичности процессов.
- Методы и приборы для контроля и регулирования технологических параметров процесса культивирования температуры, рН, содержания растворенных газов, объема и массы растворов.
- Применение газового анализа, электрофореза и хроматографии для контроля производства. Методы оценки качества и состава питательных и посевных сред. Методы определения влажности сухих биопрепаратов. Методы контроля активности биопрепаратов. Контроль чистоты стоков и выбросов в атмосферу. Методы контроля безвредности микробиологических препаратов. Стандартизация биопрепаратов. Требования к средствам измерения.
- Математические методы обработки экспериментальных результатов.

## **VII. Бионанотехнология**

- Понятия: нанотехнология и бионанотехнология. Специфика бионаномашин.
- Аналитические методы в бионанотехнологии. Структурные принципы бионанотехнологии.
- Структура и стабильность биомолекул. Фолдинг и рефолдинг белков. Искусственные шапероны и шаперонины.
- Бионаноэнергетика.
- Бионаноматериалы в тканевой инженерии.
- Биосенсоры и средства доставки лекарственных веществ.
- Наномедицина. Диагностика «на чипе», таргетная визуализация.

## **VIII. Биобезопасность при проведении биотехнологических работ**

- Концепция биологической безопасности в лабораторных и производственных условиях, классификация патогенов по уровням риска, основные понятия биобезопасности.
- Учет движения патогенных биологических объектов, транспортировка биоматериалов.

### **4.4. Критерии оценивания качества освоения дисциплины**

Оценка	Критерии оценки
Отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы

	дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
Хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности
Удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.
Неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

## **5. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **5.1. Основная учебная литература**

1. Альбертс, Б. Молекулярная биология клетки. В 3 томах / Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. – Москва – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2012. – 2000 с. – Текст : электронный — URL : <https://chembaby.ru/wp-content/uploads/2015/12/MBK3.pdf>  
<https://chembaby.ru/wp-content/uploads/2015/12/MBK1.pdf>
2. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии / В.В. Бирюков. – Москва : КолосС, 2004. – 296 с. – ISBN– 5-9532-0231-8
3. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. Перевод с английского Н.В.Баскакова. – Москва : Мир, 2002. – 589 с. – Текст : электронный – URL : <https://microbius.ru/documents/664/download>
4. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс, перевод с английского. – Москва : Бином, 2011.
5. Сазыкин, Ю. О. Биотехнология / Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева. – Москва : Академия, 2008. – 256 с. – Текст : электронный – URL : <https://library.tou.edu.kz/fulltext/buuk/b1031.pdf>
6. Скоупс, Р. Методы очистки белков / Р. Скоупс. – Москва : Мир, 1985. – 358 с. – Текст : электронный – URL : <http://booksshare.net/index.php?id1=4&category=biol&author=skoups-r&book=1985&page=1>
7. Тимаков, В. Д. Микробиология / В.Д. Тимаков, В.С. Левашов, Д.В. Борисов. – Москва : Медицина, 1983. – 497с.
8. Чанг, П. Физическая химия с приложениями к биологическим системам / П. Чанг. –Перевод с английского М.Г. Гольдфельд. – Москва : Мир, 1980.

9. Чуешов, В. И. Промышленная технология лекарств. Учебник для вузов в 2 томах / В.И. Чуешов. – Харьков : НФАУ, 2002. – 716 с. Текст : электронный – URL : <https://ztl.nuph.edu.ua/medication/content.html>

## 5.2. Дополнительная учебная литература

1. Биотехнология: теория и практика (учебное пособие) / Н.В. Загоскина, Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина: Под редакцией Н.В. Загоскиной. – Москва : Оникс, 2009. – 496 с.
2. Борисов, Л. Б. Мед. микробиология, вирусология и иммунология / Л.Б. Борисов –Москва : Медицинское информационное агентство, 2005. – 736 с.
3. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. Учебное пособие / Р.Г. Бутенко. – Москва : ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
4. Вопросы общей вирусологии. Санкт - Петербург : Издательство СПбЛМА, 2007.
5. Генетические основы селекции растений. В 4-х томах. Том 3. Биотехнология селекции растений. Клеточная инженерия / научный редактор А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 489 с.
6. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – Москва : Академия, 2005. – 208 с.
7. Жданов, В. М. Общая и частная вирусология / В.М. Жданов, С.Я. Гайдамович. – Москва : Медицина, 1982.
8. Зайцев, В. М. Прикладная медицинская статистика : Учебное пособие для студентов медицинских вузов / В.М Зайцев. – Санкт - Петербург : Фолиант, 2003. – 428 с.
9. Клеточные технологии / Под редакцией В.А. Козлова, С.В. Сенникова, Е.Р. Черных. – Новосибирск: Наука, 2009. – 300 с.
10. Конки, Д. Культура животных клеток. Методы. Д. Конки, Э. Эрба, Р. Фрешни, Б. Гриффитс, Р. Хэй, И. Ласнитски, Г. Маурер, Л. Мораска, Э. Вилсон / под редакцией Р. Фрешни. – Москва : Мир, 1989. – 334 с.
11. Материалы семинара. Международные Этические Правила для Биомедицинских Исследований. 25-26 мая 1999 г., Санкт-Петербург.
12. Медик, В. А. Статистика в медицине и биологии: В 2-х книгах / В.А. Медик, М.С. Токмачев, Б.Б. Фишман. – Москва : Медицина, 2000.
13. Львов, Д. К. Медицинская вирусология . Руководство / Д.К. Львов. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2008. – 640 с.
14. Медуницын, Н. В. Вакцинология / Н.В.Медуницын. – Москва : Триада-Х, 2010. – 507 с.
15. Мэхи, Б. Вирусология. Методы / Б. Мэхи. – Москва : Мир, 1988.
16. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера. В 3-х томах / Д. Нельсон, М Кокс, перевод с английского. – Москва : Лаборатория знаний, 2022.
17. Прищеп, Т. П., Чучалин В.С., Зайков К.Л. и др. Основы фармацевтической биотехнологии / Т.П. Прищеп, В.С Чучалин, К.Л. Зайков и др. – Ростов-на-Дону : Феникс, Томск : издательство НТЛ, 2006. – 256 с.
18. Спиринов, А. С. Молекулярная биология: рибосомы и биосинтез белка / А.С. Спиринов. – Москва : Лаборатория знаний, 2023. – 291 с.
19. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия : учебно-справочное пособие / С.Н. Щелкунов – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. – 514 с. – ISBN 978-5-379-02024-8.

### **5.3. Научная и справочно-библиографическая литература**

<http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/a.ssi> - SciGuide - веб-навигатор зарубежных и отечественных научных электронных ресурсов открытого доступа.

### **5.4. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека ГПНТБ СО РАН <http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/index-new1.html>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru).
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
4. Ресурс Science Direct - <http://sciencedirect.com>
5. Ресурс PubMed - <http://scbi.nlm.nih.gov/pubmed>
6. Ресурс издательства Elsevier - <http://elsevier.ru>
7. Ресурс издательства Springer - <http://springerlink.com>
8. Ресурс издательства John Wiley & Sons, Inc. - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
9. Ресурс издательства Springer Nature - <https://www.nature.com/>
10. База данных патентного поиска Questel SAS - <https://www.orbit.com/>
11. Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru>

### **5.5. Информационные технологии (программные продукты)**

В процессе обучения будут использованы:

- операционная система Microsoft Windows;
- офисная программа Microsoft Office;
- программный комплекс Unipro UGENE;
- платформа WeStudy (лицензионный договор №С-9310);
- платформа Вебинар.ру.

### **5.6. Материально-техническое обеспечение**

- конференц-зал корпуса №1 ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, оснащенный презентационной техникой;
- средства мультимедиа: проектор, экран, компьютер/ноутбук;
- доска учебная маркерная;
- рабочее место аспиранта с выходом в Интернет.
- экспериментальный комплекс (лаборатории) с работающими моделями и стендами, обеспечивающий исследование микробиологических и биотехнологических процессов.

**Лист визирования программы  
для исполнения в очередном учебном году**

Программа пересмотрена и одобрена для исполнения в 20\_\_\_\_-20\_\_\_\_ учебном году  
с изменениями / дополнениями, перечень которых прилагается (Приложение № \_\_\_\_)  
без изменений

Протокол № \_\_\_\_ заседания ученого совета от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .20 \_\_\_\_

**Лист визирования программы  
для исполнения в очередном учебном году**

Программа пересмотрена и одобрена для исполнения в 20\_\_\_\_-20\_\_\_\_ учебном году  
с изменениями / дополнениями, перечень которых прилагается (Приложение № \_\_\_\_)  
без изменений

Протокол № \_\_\_\_ заседания ученого совета от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .20 \_\_\_\_

**Лист визирования программы  
для исполнения в очередном учебном году**

Программа пересмотрена и одобрена для исполнения в 20\_\_\_\_-20\_\_\_\_ учебном году  
с изменениями / дополнениями, перечень которых прилагается (Приложение № \_\_\_\_)  
без изменений

Протокол № \_\_\_\_ заседания ученого совета от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .20 \_\_\_\_

**Лист визирования программы  
для исполнения в очередном учебном году**

Программа пересмотрена и одобрена для исполнения в 20\_\_\_\_-20\_\_\_\_ учебном году  
с изменениями / дополнениями, перечень которых прилагается (Приложение № \_\_\_\_)  
без изменений

Протокол № \_\_\_\_ заседания ученого совета от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .20 \_\_\_\_