

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Родин Олег Федорович  
Должность: И.о. директора  
Дата подписания: 25.05.2025 15:54:06  
Уникальный программный идентификатор:  
2246bb4b5eca53e35a45d6a91259e790782354e7

Министерство просвещения Российской Федерации  
Нижегородский государственный социально-педагогический институт (филиал)  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики  
Кафедра естественных наук

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.01.03 «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»**

Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили программы	Биология и География
Автор (ы)	О. В. Полявина, к. биол. н., доцент

Одобрена на заседании кафедры естественных наук. Протокол от 13 февраля 2025 г. № 6.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности методической комиссией факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 18 февраля 2025 г. № 4.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

*Цель:* формирование у студентов целостного представления о современной молекулярной биологии как науке, изучающей вопросы молекулярного взаимодействия белков и нуклеиновых кислот; о практическом применении идей и методов молекулярной биологии для решения основных задач биотехнологии.

*Задачи:*

1. Расширить представление о строении и механизмах функционирования основных биополимеров клетки на молекулярном уровне;
2. Расширить представление о структуре геномов вирусов, про- и эукариот;
3. Рассмотреть механизмы регуляции процессов репарации, репликации и транскрипции на молекулярном уровне;
4. Познакомиться с молекулярными механизмами регуляции клеточного цикла, дифференцировки, развития и старения, молекулярными основами канцерогенеза и эволюции;
5. Познакомиться с основными направлениями развития современной биотехнологии;
6. Сформировать представление о методах исследования в молекулярной биологии и биотехнологии, расширить представление о теоретических основах и практическом применении генетической инженерии;
7. Подготовить будущих учителей к преподаванию вопросов молекулярной биологии и биотехнологии в школе.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Молекулярная биология» является частью учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Биология и География». Дисциплина Б1.В.01.03 «Молекулярная биология» включена в Блок Б.1 «Дисциплины (модули)», в Б1.В.01 «Модуль профессиональной подготовки». Дисциплина реализуется в НТГСПИ на кафедре естественных наук.

Современная молекулярная биология является интегрированной, комплексной дисциплиной, базирующейся на глубоком знании и понимании биологических и химических процессов. Базовыми знаниями для освоения дисциплины является общая и биологическая химия, цитология, микробиология, физиология и генетика. Поэтому данная дисциплина изучаются на заключительном этапе освоения ООП, что позволяет сформировать представление о новейших технологиях и основных направлениях развития молекулярной биологии с позиций современной науки.

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование и развитие следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Дескрипторы
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.	<b>Знает</b> особенности системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. <b>Умеет</b> использовать системное и критическое мышление, аргументированно формировать собственное суждение и делать

		оценку информации, принимать обоснованное решение. <b>Владеет</b> навыками использования системного и критического мышления, аргументированного формирования собственного суждения и оценки информации, принятия обоснованного решения.
	УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.	<b>Знает</b> логические формы и процедуры, способы рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. <b>Умеет</b> применять логические формы и процедуры, осуществлять рефлексивный анализ собственной и чужой мыслительной деятельности. <b>Владеет</b> применения логических форм и процедуры, осуществления рефлексивного анализа собственной и чужой мыслительной деятельности.
	УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений.	<b>Знает</b> способы анализа источников информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений. <b>Умеет</b> анализировать источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений. <b>Владеет</b> способами анализа источников информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений.
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.	ПК-1.1. Знает: структуру, состав и дидактические единицы предметной области (биология, география).	<b>Знает</b> основные теоретические положения молекулярной биологии и биотехнологии; химический состав, структурную организацию и разнообразие функций белков; молекулярные основы наследственности, структурную организацию геномов доклеточных форм жизни и клеточных организмов, особенности механизмов рекомбинации наследственной информации у вирусов, про - и эукариот; молекулярные механизмы редупликации, транскрипции, трансляции, репарации; структуру биотехнологического производства и основные требования, предъявляемые к биологическим объектам для биотехнологических производств; теоретические основы получения первичных и вторичных метаболитов, биотрансформации ксенобиотиков; теоретические основы и практическое значение инженерной энзимологии,

		<p>клеточной и генетической инженерии.</p> <p><b>Умеет</b> применять теоретические знания по молекулярной биологии и биотехнологии в учебной деятельности, а также для отбора содержания и планирования изучения материала на занятиях в школе; решать задачи по молекулярной генетике и объяснять задания из ЕГЭ по вопросам молекулярных основ жизни.</p> <p><b>Владеет</b> основными понятиями и терминами молекулярной биологии и биотехнологии; навыками самостоятельного приобретения знаний, в том числе с использованием современных информационных технологий; некоторыми методами анализа, экспериментальной и исследовательской деятельности, применяемыми в молекулярной биологии и биотехнологии.</p>
	ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО	<p><b>Знает</b> современные достижения в области молекулярной биологии, генетической инженерии и биотехнологии; место учебной дисциплины в структуре программы учебного предмета «Биология».</p> <p><b>Умеет</b> осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО</p> <p><b>Владеет</b> методикой отбора учебного содержания предмета «Биология» для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО</p>
	ПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные	<p><b>Знает</b> формы учебных занятий, методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные</p> <p><b>Умеет</b> разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.</p> <p><b>Владеет</b> методикой разработки различных форм учебных занятий, применения методов, приемов и технологий обучения, в том числе информационных.</p>
ПК-3. Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения	ПК-3.1. Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.)	Знает способы интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.).

<p>личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов</p>		<p><b>Умеет</b> применять полученные при изучении молекулярной биологии знания при освоении других дисциплин предметно-содержательного и биологического модулей и для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.);</p> <p><b>Владеет</b> способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.)</p>
	ПК-3.2. Использует образовательный потенциал социокультурной среды региона в преподавании биологии и географии, в учебной и во внеурочной деятельности	<p><b>Знает</b> образовательный потенциал социокультурной среды Уральского региона в преподавании биологии, географии, в учебной и во внеурочной деятельности.</p> <p><b>Умеет</b> использовать образовательный потенциал социокультурной среды Уральского региона в преподавании биологии, географии, в учебной и во внеурочной деятельности</p> <p><b>Владеет</b> навыками использования образовательного потенциала социокультурной среды Уральского региона в преподавании биологии, химии, в учебной и во внеурочной деятельности</p>
	ПК-3.3. Знает психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения	<p><b>Знает</b> психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения.</p> <p><b>Умеет</b> использовать психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения.</p> <p><b>Владеет</b> навыками создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), семестры изучения – 9-10, их распределение по видам работ представлено в таблице.

	Форма обучения
--	----------------

Вид работы	Очная	
	9 семестр	10 семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>32</b>	<b>30</b>
Лекции	10	10
Лабораторные работы	12	16
Практические занятия	10	14
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>28</b>
<b>Подготовка к зачету с оценкой в 10 семестре</b>		<b>4</b>

#### 4.2.1. Учебно-тематический план дисциплины (очная форма обучения)

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего, часов	Контактная работа			Самост. работа	Оценочные средства для текущего контроля	Оценочные средства для промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы			
<b>Раздел 1. Молекулярная биология (9 семестр)</b>							
Введение в молекулярную биологию. История развития молекулярной биологии.	2	2	-	-	-	Собеседование.	Итоговый тест Вопросы к зачету
Белки и нуклеиновые кислоты: связь структуры и функции	7	-	-	6	1	Самоконтроль. Проверка конспекта. Тестовый контроль знаний. Контрольная работа № 1.	
Структура геномов вирусов, про- и эукариот. Неядерные геномы	5	-	2	2	1	Отчет по лабораторной работе. Собеседование по материалам статей.	
Молекулярные механизмы репликации	4	2	2	-	-	Терминологический диктант №1.	
Генетическая рекомбинация	5	2	2	-	1	Брейн-ринг «Генетическая рекомбинация».	
Молекулярные основы канцерогенеза	4	2	2	-	-	Самоконтроль. Проверка конспекта. Тестовый контроль знаний.	
Молекулярные механизмы репарации ДНК	5	2	-	2	1	Отчет по лабораторной работе. Контрольная работа № 2.	
Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла, старения и	4		2	2	-	Собеседование по материалам статей.	

программируемой клеточной гибели							
<b>Итого (9 семестр)</b>	36	10	10	12	4		
<b>Раздел 2. Биотехнология (10 семестр)</b>							
Биотехнология – раздел практической биологии	4	2	-	-	2	Опрос. Проверка конспекта.	Итоговый тест Вопросы к зачету
Объекты биотехнологии	4	-	-	2	4	Отчет по лабораторной работе. Собеседование по материалам статей. Терминологиче ский диктант.	
Производство метаболитов	6	2	-	2	2	Опрос	
Ферментная биотехнология	4	2	-	-	2	Опрос	
Биотехнология в медицине	7	-	2	2	3	Опрос. Выступление с докладом.	
Пищевая биотехнология	7	-	2	2	3	Опрос. Выступление с докладом.	
Экологическая биотехнология	8	-	2	4	2	Контрольная работа № 3.	
Клеточная и тканевая биотехнология	7	-	2	2	3	Опрос. Выступление с докладом.	
Химия и биотехнология	7	-	2	2	3	Опрос. Выступление с докладом.	
Молекулярные основы и практическое применение методов генетической инженерии	6	2	2		2	Контрольная работа № 4.	
Нанобиотехнологии	6	2	2	-	2	Опрос. Выступление с докладом.	
Подготовка к зачету с оценкой, сдача зачета с оценкой	4				4	Ответ на зачете	
<b>Итого (10 семестр)</b>	72	10	14	16	32		
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>36</b>		

### Лабораторные и практические занятия

№ раздела	Наименование лабораторных и практических работ	Кол-во ауд. часов
1	<b>Тема 1.</b> Белки и нуклеиновые кислоты: связь структуры и функции.	6
1	<b>Тема 2.</b> Структура геномов вирусов, про- и эукариот. Неядерные геномы.	4
1	<b>Тема 3.</b> Молекулярные механизмы репликации ДНК.	4
1	<b>Тема 4.</b> Генетическая рекомбинация	2
1	<b>Тема 5.</b> Молекулярные основы канцерогенеза	2
1	<b>Тема 6.</b> Молекулярные механизмы репарации ДНК.	2
1	<b>Тема 7.</b> Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла, старения и программируемой клеточной гибели	4
2	<b>Тема 8.</b> Объекты биотехнологии.	2

2	<b>Тема 9.</b> Производство метаболитов.	2
2	<b>Тема 10.</b> Биотехнология в медицине.	2
2	<b>Тема 11.</b> Пищевая биотехнология.	2
2	<b>Тема 12.</b> Экологическая биотехнология.	4
2	<b>Тема 13.</b> Клеточная и тканевая биотехнология.	2
2	<b>Тема 14.</b> Химия и биотехнология.	2
2	<b>Тема 15.</b> Молекулярные основы и практическое применение методов генетической инженерии	4
2	<b>Тема 16.</b> Нанобиотехнологии.	2

Типовые задания для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, критерии и шкалы оценивания, а также методические рекомендации для обучающихся представлены в приложении к рабочей программе дисциплины.

### 4.3. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. «Молекулярная биология»

##### **Тема 1. Введение в молекулярную биологию. История развития молекулярной биологии.**

Молекулярная биология как наука. Основные этапы развития и наиболее крупные открытия молекулярной биологии. Методы молекулярной биологии. Важнейшие достижения, современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии. Связь молекулярной биологии с другими науками.

##### **Тема 2. Белки и нуклеиновые кислоты: связь структуры и функции.**

Аминокислотный состав белков. Пептиды. Структурная организация белков. Фолдинг, работа аденилатциклазной системы. Функции шаперонов. Полиферментные комплексы и их организация. Белковая инженерия. Внеклеточный синтез белков: прокариотические и эукариотические бесклеточные белоксинтезирующие системы, проточные системы синтеза белка. Разнообразие структур и функций белков. Связь структуры и функций белков. Межмолекулярные взаимодействия (нуклеиновые кислоты и белки, полисахариды и белки, липиды и белки, полисахариды и липиды, белок – белковые взаимодействия) и их роль в функционировании живых систем. Структурно-функциональная эволюция белков.

Выделение и первые химические исследования нуклеиновых кислот. Доказательства функций ДНК как хранителя генетической информации. Расшифровка генетического кода. Структура нуклеиновых кислот. С2'эндо- и С3'эндо- конформации пентоз, син- и анти-конформации. Полиморфизм двойной спирали: В, А, С и Z-формы ДНК, их характеристика и условия возникновения. Сверхспирализация ДНК. ДНК и РНК как носители генетической информации. Структура и функции РНК. Принципы секвенирования ДНК. Содержание нуклеиновых кислот в геномах в филогенезе. ДНК-парадокс (парадокс «С») и его причины. Каталитические (рибозимные) функции РНК. Концепция «Мир РНК», предшествовавшего миру «ДНК-белки».

##### **Тема 3. Структура геномов вирусов, про- и эукариот. Неядерные геномы.**

Структура геномов про- и эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены, структурные и регуляторные гены. Особенности строения генов про- и эукариот. Структура транскриптонов и регуляция транскрипции у про- и эукариот. Гомеозисные гены. Функции генов. Сателлитная ДНК. Их ассоциация с гетерохроматиновыми областями, размеры, видовая специфичность. Теломерные последовательности ДНК.

Процессинг РНК у эукариот. Сплайсинг и его виды: сплайсинг ядерной про мРНК, цис-сплайсинг, транс-сплайсинг, сплайсинг тРНК, сплайсинг в генах рРНК низших эукариот, альтернативный сплайсинг др.

Неядерные геномы. Подвижные генетические элементы и эволюция геномов. Бактериальные плазмиды. IS-элементы и транспозоны бактерий. Подвижные генетические элементы эукариот: строение и механизм миграции; роль транспозонов в молекулярных процессах эволюции геномов: хромосомные перестройки, влияние их на характер экспрессии генов, горизонтальный перенос генов: структура хроматина.

Геномы органелл эукариот. ДНК митохондрий и хлоропластов: особенности строения, генетический состав. Экспрессия митохондриальных генов, контроль со стороны ядра. Репликация митохондриальной и хлоропластной ДНК. Роль ядерного аппарата в этих процессах. Полиморфизм митохондриальной ДНК и эволюция человека.

ДНК-содержащие вирусы и фаги. РНК-содержащие вирусы. Типы генетического материала, механизм репликации. Особенности строения генов бактериофагов, вирусов и генов эукариот. Формы существования вирусов, простые и сложные вирусы, их формы и размеры. Типы взаимодействия вируса и клетки. Способы проникновения вирусов в клетки. Стадии репродукции вируса: синтез вирусоспецифических белков и репликация нуклеиновых кислот. Обратная транскрипция. Сборка вирусных частиц и их выход из клетки. Значение вирусов. Происхождение вирусов и их роль в эволюции.

### **Тема 5. Молекулярные механизмы репликации.**

Доказательство способности молекул ДНК к самоудвоению. Понятие о консервативной и неконсервативной репликации. Подтверждение Полуконсервативного характера репликации в эксперименте на хромосомах, доказательство копирования матрицы. Метод «анализа лижайших соседей» в последовательности нуклеотидов, как доказательство антипараллельности расположения нитей ДНК. Ферментативная система синтеза ДНК. Первая схема прерывистой антипараллельной репликации Риджи-Оказаки и доказательства её положений. Инициация репликативных цепей ДНК с помощью РНК-затравок. Репликация двуцепочечной антипараллельной линейной цепи ДНК (II-ая схема Оказаки). Репликация одноцепочечных ДНК содержащих фагов на примере ФХ 174, доказательство участия затравочных фрагментов РНК в их репликации. Понятие о праймазе. Репликация двуцепочечной кольцевой ДНК. Модель разматывающего рулона и модель репликации в двух направлениях (модель Кернса). ДНК-расплетающие белки, их основные характеристики и биологические функции. Плавающие белки Альбертса (1977) и их кооперация с ДНК полимеразой. Понятие о ДНК геликазах, топоизомеразах (топологических релаксирующих белках). ДНК гиразы. Модели их действия и кооперация.

Скорость и направление репликации у про- и эукариот. Понятие о репликаонах. Схема прерывистой антипараллельной репликации Корнберга-Оказаки. Средняя скорость репликации. Химическая природа ДНК-полимеразы I (фермент Корнберга). Функции фермента. Механизм действия ДНК-полимеразы I. Виды матриц-затравок по Корнбергу. Экзонуклеазная активность ДНК-полимеразы I. Схема непрерывной антипараллельной репликации по Корнбергу. Схема параллельной репликации Кернса. Обнаружение ДНК-полимеразы II и III *E. coli*, их характеристика и свойства.

### **Тема 6. Генетическая рекомбинация.**

Основные типы рекомбинации. Гомологичная, или общей, рекомбинация. Формирование гетеродуплекса – ключевого промежуточного продукта (интермедиата) рекомбинации. Эктопическая рекомбинация и ее биологическая роль.

Модель Холлидея. "Полухиазма Холлидея". "Миграция ветвления". Формирование гетеродуплекса. Схема изомеризации полухиазмы, предложенная Х. Поттером и Д. Дресслером. Некроссоверные хроматиды, рекомбинантные хроматиды второго типа (кроссоверные), рекомбинационный гетеродуплекс. "Конверсия гена".

Роль специальных эндонуклеаз (резолваз) в разрушении полухиазмы у бактериофагов T4 и T7, *E. coli*, дрожжей и человека. Белки *E. coli*, осуществляющие миграцию ветвления полухиазмы.

Генетический контроль рекомбинации у *E. coli*. Три пути гомологичной рекомбинации у *E. coli* (А. Кларк, 1973). Формирование RecA-ДНК-филамента в

подготовительной, пресинаптической стадии кроссинговера. Реакции синаптической стадии кроссинговера внутри филаментов. Постсинаптический гетеродуплекс.

Роль фермента RecBCD-нуклеазы в генетической рекомбинации. Роль белков RuvA, RuvB и RuvC в миграции ветвления и разрешение полуэпимеры. Модель рекомбинации на основе репарации двуцепочечных разрывов ДНК (Жостак, 1983).

#### **Тема 7. Молекулярные основы канцерогенеза.**

Трансформация клеток в процессе опухолеобразования. Причины возникновения опухолей. Роль наследственности, вирусной и экологической компоненты в развитии опухолей человека.

Генетический контроль метастазирования. Многоступенчатость формирования опухоли (опухолевая прогрессия).

Протоонкогены. Онкогены. Механизма превращения протоонкогенов в онкогены. Антионкогены, или гены-супрессоры опухолей.

#### **Тема 8. Молекулярные механизмы репарации ДНК.**

Причины ошибок при синтезе ДНК, их количество *in vitro*. Этапы проверки ДНК при репарации. Функция ферментов репарации. Типы спонтанных и индуцируемых повреждений ДНК. Последствия нарушений в системе репарации. Типы повреждений в ДНК (окисление, дезаминирование, алкилирование, образование тиминных димеров, апуринизация).

Системы репарации (прямая репарация, эксцизионная репарация). Нуклеотидная эксцизионная репарация (АТФ-зависимый механизм удаления повреждений из ДНК). Представление о эксцизионазе и её протомерах (*uvrA*, *uvrB*, *uvrC*). Репарационная система ДНК человека. Репарация ошибок репликации ДНК. Рекомбинантная (пострепликативная) репарация. SOS-репарация.

#### **Тема 9. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла, старения и программируемой клеточной гибели.**

Периоды клеточного цикла:  $G_1$ , S,  $G_2$  и митоз, их характеристика. Продолжительность клеточного цикла и его фаз в различных клетках. Сигналы размножения клеток, их характеристика. Ограничение числа клеточных делений в нормальных клетках и его значение. Белки-регуляторы смены фаз клеточного цикла. Роль гена *p53* и кодируемого им белка в блокировании митотического цикла при повреждениях ДНК.

#### **Тема 10. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла, старения и программируемой клеточной гибели.**

Молекулярные основы старения. Эффект Хейфлика. Структура теломер. Теломеры и проблема концевой недорепликации. Действие теломеразы. Теломерная теория старения. Необратимые изменения ДНК, нарушения в синтезе РНК и белков, в образовании, транспорте и использовании энергии, падение интенсивности синтеза медиаторов и ряда гормонов. Прекращение митоза, выключение действия теломеразы.

Программируемая клеточная гибель или апоптоз. Механизм апоптоза, его значение и регуляция. Роль белка гена *p53* в апоптозе. Роль апоптоза в развитии организма и эволюции.

### **Раздел 2. «Биотехнология»**

#### **Тема 11. Биотехнология – раздел практической биологии.**

Биотехнология как наука и сфера производства. Краткая история развития биотехнологии. Биотехнология и фундаментальные дисциплины.

Современные направления развития биотехнологии.

#### **Тема 12. Объекты биотехнологии.**

Микроорганизмы промышленного назначения. Количественные характеристики микроорганизмов: скорость роста, выход биомассы, метаболический коэффициент. Аэрация при культивировании микроорганизмов.

Кинетические характеристики микробных популяций. Способы культивирования микроорганизмов: поверхностный и глубинный. Периодическая культура, фазы роста, математическая модель. Периодические культуры. Непрерывное культивирование штаммов. Процесс полного вытеснения. Процесс полного смешения. Хемостатное культивирование.

Коллекции культур микроорганизмов и патентование продуцентов.

### **Тема 13. Производство метаболитов.**

Краткая характеристика микроорганизмов-продуцентов. Перспективные источники углерода, азота и ростовых факторов. Научные принципы обеспечения сверхпродукции (направленный мутагенез и селекция). Технологическое оборудование. Этапы микробиологического производства. Ферментация и ее виды. Микробиологический синтез белка и проблемы бесклеточной биотехнологии.

Биологическая роль антибиотиков как вторичных метаболитов. Происхождение антибиотиков и эволюция их функций. Возможность скрининга низкомолекулярных биорегуляторов при отборе по антибиотической функции (иммунодепрессантов, ингибиторов ферментов животного происхождения и др.).

Получение первичных метаболитов: незаменимых аминокислот, витаминов, органических кислот; вторичных метаболитов: антибиотиков, стероидов. Продуценты, химизм процессов, ферментация, использование метаболитов.

### **Тема 14. Ферментная биотехнология.**

Использование ферментов в пищевой, легкой промышленности, медицине, животноводстве. Имобилизованные ферменты. Использование имобилизованных ферментов и клеток в пищевой, фармацевтической промышленности, медицине, органическом синтезе и др. Биосенсоры для мониторинга.

Получение ферментов и ферментных препаратов. Способы иммобилизации ферментов и клеток.

### **Тема 15. Биотехнология в медицине.**

Немодифицированные и мутантные клетки и синтезируемые ими соединения. Производство антибиотиков. Иммунобиотехнология. Производство вакцин. Производство моноклональных антител с использованием соматических гибридов животных клеток. Механизмы иммунного ответа на конкретный антиген. Моноклональные антитела как специфические сорбенты при выделении и очистке биотехнологических продуктов. Моноклональные антитела в терапии и профилактике. Перспективы высокоспецифичных вакцин, иммунотоксинов. Включение моноклональных антител в оболочку липосом и повышение направленности транспорта лекарств. Стволовые клетки. Достижение биотехнологии в борьбе с раком. Генетические болезни человека и генная терапия. Гибридомы. Банки гибридом. Теоретические основы кариобиологии. Криосохранение и его возможности.

### **Тема 16. Пищевая биотехнология.**

Микроорганизмы и пищевые продукты. Стратегия биотехнологии в пищевой промышленности. Молочные продукты: способы ферментации молока, получения сыра, йогурта, пахты, сметаны и других продуктов.

Хлебопродукты. Бродильные производства: производство алкогольных напитков, пива, вина, спирта, сидра. Технология получения уксуса. Получение традиционных белковых продуктов методом ферментации: соевого творога, колбас, рыбных блюд. Белок одноклеточных организмов (БОО): метод непрерывного культивирования. Получение микопротеина из мицелия гриба фузариума. Пищевые добавки и ингредиенты. Консервированные овощи. Применения ферментов при выработке фруктовых соков.

### **Тема 17. Экологическая биотехнология.**

Защита окружающей среды (очистка воды, переработка твердых отходов, контроль за патогенностью, деградация ксенобиотиков). Производство экологически чистой энергии (биометаногенез, использование солнечной энергии, производство этилового спирта).

Переработка отходов: аэробная переработка стоков в системах с перколяционными фильтрами и системах с использованием активного ила. Принцип "псевдоожиженного слоя". Анаэробное разложение ила сточных вод.

Биологический контроль за системами микробиологической переработки отходов. Контроль за патогенностью. Извлечение полезных веществ: повторное использование

промышленных сточных вод; удобрение на основе переработанного навоза; белковые корма, получаемые из ила.

Биологическая переработка промышленных отходов. Использование отходов молочной промышленности (сыворотки); целлюлозно-бумажной промышленности; текстильной промышленности и производства красителей. Биологическая очистка газов. Биодegradация ксенобиотиков в окружающей среде: микробная деградация хлорпроизводных углеводов, арилгалогенов, нитротолуолов, полиароматических углеводов, нефтяных загрязнений, пестицидов и поверхностно - активных веществ.

### **Тема 18. Клеточная и тканевая биотехнология.**

Основы клеточной инженерии. Тотипотентность растительных клеток. Достижения клеточной и тканевой инженерии в растениеводстве.

Клональное микроразмножение растений и его классификация. Безвирусное растениеводство. Получение, культивирование и гибридизация протопластов. Значение в селекции. Создание искусственных ассоциаций клеток высших растений с микроорганизмами как способ модификации растительной клетки.

### **Тема 19. Химия и биотехнология.**

Развитие современной химической биотехнологии. Производство органических кислот. Производство аминокислот при помощи бактерий и их мутантов. Производство аминокислот из биосинтетических предшественников с помощью ферментов. Использование аминокислот. Получение антибиотиков и стероидов. Получение и использование кофактора. Перспективы химической промышленности. Микробное выщелачивание: выщелачивающие микроорганизмы. Выщелачивание урана. Возможности применения бактериального выщелачивания. Превращение, накопление и иммобилизация металлов микроорганизмами полисахаридов и поли- $\beta$ -гидроксibuтирата. Биоповреждения материалов; классификация типов биоповреждений. Материалы, подверженные биоповреждениям: пищевые продукты, целлюлоза, продукты животного происхождения, поверхностные покрытия, резины и пластмассы; топлива и смазочные материалы; металлы и камни.

### **Тема 20. Молекулярные основы и практическое применение методов генетической инженерии.**

Основные понятия генной инженерии: клонирование, трансформация, вектор. Основы генетической инженерии: рестрикционный анализ, клонирование, гибридизация, определение нуклеотидных последовательностей ДНК и РНК. Основные свойства векторов, используемых в генной инженерии. Методика получения рекомбинантных ДНК.

Полиморфизм длины рестрикционных фрагментов (RFLP), ДНК-маркирующие сайты (STS). Различные нуклеотидные повторы и их использование для картирования. Микросателлитные маркеры. Геномная дактилоскопия. Определение полной последовательности нуклеотидов организмов. Микросателлиты, их использование для построения высоконасыщенных генетических карт. ДНК-фингерпринтинг. Банки нуклеотидных последовательностей. Международная программа «Геном человека». Генетическое картирование. Геномная дактилоскопия. Генетически детерминируемые болезни.

### **Тема 21. Молекулярные основы и практическое применение методов генетической инженерии.**

Основы биоинформатики: сравнение последовательностей нуклеотидов, сравнение последовательностей аминокислотных остатков. Гомология. Идентификация функциональных областей генома на основе нуклеотидного состава.

Клонирование новых генов. Открытые рамки считывания. Переход к последовательности аминокислотных остатков. Анализ экзон - интронной структуры. Определение хромосомной локализации. Поиск регуляторных элементов. Предсказание функции клонированного гена по первичной структуре.

Позиционное клонирование. Ген-кандидат. Анализ сцепления. Генетические маркеры. Прямая и непрямая генная диагностика. Генная инженерия высших эукариот. Модельные организмы. Генная терапия: задачи, подходы, векторные системы. Дополнительная и заместительная генная терапия. Оценка и возможное уменьшение биологического риска, связанного с созданием и распространением рекомбинантной ДНК.

Определение последовательности нуклеотидов. Полимеразная цепная реакция. Области применения. Подходы к картированию геномов высших эукариот. Создание клонотек кДНК. Методы скрининга клонотек кДНК: гибридизация нуклеиновых кислот, иммунологическая детекция специфических антигенов, гомологичная рекомбинация, отбор по продуцированию биологически активных молекул.

Химический синтез генов. Создание искусственных генетических программ и их практическое применение.

#### **Тема 22. Нанобиотехнологии.**

Биоинженерия и ее перспективы. Наномедицина. Нанофармакология.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной литературы**

#### ***Основная литература***

1. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 161 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05619-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562332> (дата обращения: 05.02.2025).

2. Биотехнология. Практический курс: учебник и практикум для вузов / А. А. Красноштанова [и др.]; под редакцией А. А. Красноштановой. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 174 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20448-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/569089> (дата обращения: 05.02.2025).

3. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/543823> (дата обращения: 05.02.2025).

4. Коничев, А. С. Молекулярная биология: учебник для вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. — 5-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13468-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565300> (дата обращения: 05.02.2025).

5. Костерин, О. Э. Молекулярная генетика: учебник для вузов / О. Э. Костерин, В. К. Шумный; ответственный редактор В. К. Шумный. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 683 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18819-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568926> (дата обращения: 05.02.2025).

6. Молекулярная биология. Практикум: учебник для вузов / А. С. Коничев [и др.]; под редакцией А. С. Коничева. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12544-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565299> (дата обращения: 05.02.2025).

7. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов / О. Н. Чечина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 266 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13660-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/541254> (дата обращения: 05.02.2025).

#### *Дополнительная литература*

1. Баженова И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.А. Баженова, Т.А. Кузнецова. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 140 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99204>.

2. [Егорова Т. А.](#) Основы биотехнологии [Текст] : учеб. пособие для вузов по спец. "Биология" / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - Москва : Академия, 2003. - 208 с.

3. [Коницев А. С.](#) Молекулярная биология [Текст] : [учебник для педвузов по спец. 032400 «Биология»] / А. С. Коницев, Г. А. Севастьянова. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2005. – 396 с.

4. [Коницев А. С.](#) Основные термины молекулярной биологии [Текст] : [учеб. пособие для вузов по специальности 032400 (050102) "Биология"] / А. С. Коницев, Г. А. Севастьянова. - Москва : КолосС, 2006. - 187 с.

5. Слюняев В. П. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Слюняев, Е.А. Плешко. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. – 112 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45315>.

6. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер. – Электрон. дан. – Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. – 855 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66244>.

#### *Интернет-источники*

1. Биомолекула [электронный ресурс]. <https://biomolecula.ru/themes/biomolecules>.

2. Биохимия. Биофак МГУ. [электронный ресурс]. <http://chembaby.com/uchebnye-materialy/bio/3-kurs/bioximiya/>.

3. Бесплатная электронная биологическая библиотека –<https://zoomet.ru/>.

#### **5.2. Электронные образовательные ресурсы, в т.ч. профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

<a href="https://www.ntspi.ru/library/directories_and_files/web_res/systems/">https://www.ntspi.ru/library/directories_and_files/web_res/systems/</a>	Электронно-библиотечные системы НТГСПИ
<a href="https://www.ntspi.ru/library/directories_and_files/web_res/systems/libraris/">https://www.ntspi.ru/library/directories_and_files/web_res/systems/libraris/</a>	Электронные базы данных НТГСПИ
<a href="https://www.ntspi.ru/library/periodika/">https://www.ntspi.ru/library/periodika/</a>	Периодика НТГСПИ
<a href="https://iprmedia.ru">https://iprmedia.ru</a>	ЭБС «Ай Пи Эр Медиа»
<a href="https://ibooks.ru">https://ibooks.ru</a>	ЭБС «Айбукс»
<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>	ЭБС Юрайт
<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ЭБС издательства «ЛАНЬ»
<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	«КонсультантПлюс»
<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>	НЭБ «КиберЛенинка»
<a href="https://polpred.ru">https://polpred.ru</a>	ООО «Полпред-Справочники» (база данных)

<a href="https://eivis.ru">https://eivis.ru</a>	ООО «ИВИС»
<a href="http://www.delpress.ru">www.delpress.ru</a>	«Деловая пресса»

### 5.3. Комплект программного обеспечения

1. Среда электронного обучения «Русский Moodle» (<https://do.ntspi.ru>).
2. Интернет-платформа онлайн-курсов со свободным кодом «Open edX» (<https://www.edx.org/>).
3. Интернет-платформа онлайн-курсов «Открытое образование» (<https://openedu.ru/>).
4. Электронная информационно-образовательная среда РГППУ (<https://eios.rsvpu.ru/>).
5. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».
6. Microsoft Office.
7. Kaspersky Endpoint Security.
8. Adobe Reader.
9. Free PDF Creator.
10. 7-zip (<http://www.7-zip.org/>).
11. LibreOffice.
12. Браузеры Firefox, Яндекс.Браузер.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Помещения

Помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

### 6.2. Оборудование и технические средства обучения

#### 6.2.1. Оборудование, в т.ч. специализированное

Стационарный компьютер или ноутбук, проектор для показа слайдов и видео, акустические колонки, термостат, сушильный шкаф, холодильник, микропрепараты, живой биологический материал, микроскопы биологические, МБС, модель ДНК.

#### 6.2.2. Технические средства обучения

Презентации лекций, видео-презентации, видео-лекции, учебные кинофильмы, аудиозаписи, онлайн-платформы.

#### 6.2.3. Учебные и наглядные пособия

Печатные и электронные учебные пособия и наглядный материал: графические изображения, схемы, таблицы, раздаточный материал, микропрепараты.