

БГУ-9834

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

О.Н.Здрок

2020 г.

Регистрационный № УД-8978/уч.

**Основы молекулярной биологии**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 01 01-03 Биология (биотехнология)

2020г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013,  
учебного плана № G31-131/уч., утвержденного 30.05.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

М.А.Титок, профессор кафедры микробиологии Белорусского  
государственного университета, доктор биологических наук, профессор

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Н.А. Белясова, доцент кафедры биотехнологии Учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет», кандидат  
биологических наук, доцент;

Е.А. Николайчик, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского  
государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой микробиологии  
(протокол № 24 от 25 мая 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ  
(протокол № 5 от 17 июня 2020г.)

Заведующий кафедрой  
д.б.н., профессор



В. А. Прокулевич

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

**Цель** учебной дисциплины – охарактеризовать молекулярно-генетическую организацию и функционирование материала наследственности, обеспечивающего биологические процессы, происходящие на уровне клетки, являющейся структурной единицей любого живого организма.

#### **Задачи учебной дисциплины:**

- 1) рассмотрение организации генетического аппарата клеток;
- 2) характеристика основных этапов репликации
- 3) рассмотрение механизмов реализации наследственной информации (транскрипции и трансляции) и особенностей регуляции данных процессов;
- 4) рассмотрение механизмов возникновения мутаций и репарации повреждений генетического материала, обеспечивающие поддержание существования клетки как изолированной интегральной системы.
- 5) создание представлений об основных молекулярно-биологических процессах, обеспечивающих функционирование живых систем независимо от уровня их организации;

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования.

**Связи** с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение учебной дисциплины «Основы молекулярной биологии» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Введение в биотехнологию», «Биохимия», «Цитология и гистология». Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Генетика», «Микробиология», «Векторные системы» и др.

### **Требования к компетенциям**

Изучение учебной дисциплины «Основы молекулярной биологии» должно обеспечить формирование следующих академических и профессиональных компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

принципы организации и функционирования живых систем;

- строение и химический состав нуклеиновых кислот как вещества наследственности;

- механизмы процессов, обеспечивающих реализации генетической информации;

- основные молекулярные механизмы мутационных процессов;

- основные механизмы reparации повреждения генетического материала;

- экспериментальные доказательства основных положений молекулярной биологии.

**уметь:**

- использовать полученные знания при решении задач генной инженерии, биохимии, биотехнологии;

- свободно ориентироваться в большом объеме современных молекулярно-биологических данных.

**владеть:**

- современными методами анализа молекул нуклеиновых кислот;

- подходами, лежащими в основе создания объектов биотехнологии.

## **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 5 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Основы молекулярной биологии» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 70 часов, в том числе 34 аудиторных часов, из них: лекции – 24 часа, лабораторные занятия – 8 часов, управляемая самостоятельная работа – 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 1,5 зачетных единиц.  
Форма текущей аттестации – зачет.

# **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

## **Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ**

1.1. Понятие о биологических системах, особенностях их организации и функционирования. Клетка как структурная единица организма, типы клеток, неклеточные биологические системы и их принципиальная характеристика. Основные биологические полимеры и их функции в живых системах.

## **Раздел 2. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ**

2.1. Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Установление генетической функции нуклеиновых кислот вирусов.

2.2. Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности. Создание структурной модели ДНК (работы Дж. Уотсона и Ф. Крика), объясняющей механизмы кодирования, изменения и воспроизведения генетической информации.

2.3. Эксперименты М. Месельсона и Ф. Стала, доказавшие полуконсервативный способ репликации ДНК в клетке.

2.4. Основные молекулярные механизмы мутационных и репарационных процессов.

## **Раздел 3. РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В КЛЕТКЕ**

3.1. "Центральная догма" молекулярной биологии. Этапы воспроизведения и реализации генетической информации в клетке (репликация, транскрипция, обратная транскрипция, трансляция, прионизация).

3.2. Система синтеза ДНК *in vitro* А. Корнберга. Синтез биологически активной фаговой ДНК. Репликация ДНК в клетке: репликативный аппарат, асимметричный синтез ДНК в области репликативной вилки. Стадии процесса репликации ДНК.

3.3. Репликативный аппарат бактериальной клетки. Основные белки, участвующие в процессе репликации ДНК. Особенности и типы бактериальных ДНК-полимераз. Точка начала репликации бактериальной хромосомы и сборка комплекса, инициирующего репликацию.

3.4. Особенности репликации кольцевых и линейных молекул ДНК. Репликация ДНК в эукариотических клетках.

3.5. Экспериментальные данные, обосновавшие существование внутриклеточного переносчика генетической информации.

3.6. Синтез РНК в клетке (транскрипция): характеристика стадий и аппарата транскрипции.

3.7. Регуляция процесса транскрипции и понятие об опероне. Индуцибельные и репрессибельные опероны. Механизмы аттенуации транскрипции. Пост транскрипционный процессинг РНК и молекулярные механизмы сплайсинга.

3.8. Синтез клеточных белков (трансляция). Аппарат трансляции и система синтеза белка *in vitro*. Регуляция трансляции.

3.9. Генетический код нуклеиновых кислот и его общие закономерности. Экспериментальные доказательства основных положений генетического кода. Расшифровка генетического кода. Таблица кодонов.

3.10. Мигрирующие генетические элементы клетки. Роль в изменчивости генетического материала на уровне генов, хромосом и геномов.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний	
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Введение</b>							
1.1	Понятие о биологических системах, особенностях их организации и функционирования	1						
2	<b>Структура и функции нуклеиновых кислот</b>						1	Письменная контрольная работа
2.1	Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Установление генетической функции нуклеиновых кислот вирусов	2			1			Устный опрос, реферат
2.2	Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности. Создание структурной модели ДНК (работы Дж. Уотсона и Ф. Крика), объясняющей механизмы кодирования, изменения и воспроизведения генетической информации	2			1			Устный опрос, реферат
2.3	Эксперименты М. Месельсона и Ф. Стала, доказавшие полуконсервативный способ репликации ДНК в клетке	1			0.5			Устный опрос, реферат
2.4	Основные молекулярные механизмы мутационных и репарационных процессов	3			2			Устный опрос, реферат

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Реализация генетической информации в клетке						1	Письменная контрольная работа
3.1	«Центральная догма» молекулярной биологии. Этапы воспроизведения и реализации генетической информации в клетке (репликация, транскрипция, обратная транскрипция, трансляция, прионизация)	1						
3.2	Система синтеза ДНК <i>in vitro</i> А. Корнберга. Синтез биологически активной фаговой ДНК. Стадии процесса репликации ДНК	1						
3.3	Репликативный аппарат бактериальной клетки. Основные белки, участвующие в процессе репликации ДНК. Особенности и типы бактериальных ДНК-полимераз. Точка начала репликации бактериальной хромосомы и сборка комплекса, инициирующего репликацию	2			1			Устный опрос, реферат
3.4	Особенности репликации кольцевых и линейных молекул ДНК. Репликация ДНК в эукариотических клетках	1			0.5			Устный опрос, реферат
3.5	Экспериментальные данные, обосновавшие существование внутриклеточного переносчика генетической информации	1						
3.6	Синтез РНК в клетке (транскрипция): характеристика стадий и аппарата транскрипции	2			1			Устный опрос, реферат
3.7	Регуляция процесса транскрипции и понятие об опероне. Индуцильные и репрессильные опероны. Механизмы аттенуации транскрипции. Пост транскрикционный процессинг РНК и молекулярные механизмы сплайсинга	2			1			Устный опрос, реферат
3.8	Синтез клеточных белков (трансляция). Аппарат трансляции и система синтеза белка <i>in vitro</i> . Регуляция трансляции	2						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.9	Генетический код нуклеиновых кислот и его общие закономерности. Экспериментальные доказательства основных положений генетического кода. Расшифровка генетического кода. Таблица кодонов	1						
3.10	Мигрирующие генетические элементы клетки. Роль в изменчивости генетического материала на уровне генов, хромосом и геномов	2						
	<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>			<b>8</b>		<b>2</b>	

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Перечень основной литературы**

1. Уотсон Ж. Д. ДНК. История генетической революции / Ж.Д. Уотсон, Э. Берри, Д. Кевин. Питер, 2019. – 512 с.
2. Кребс Дж. Гены по Льюину / Дж. Кребс, С. Килпатрик, Э. Голдштейн. Бином. Лаборатория знаний, 2017. – 919 с.
3. Корнберг А. Синтез ДНК / А. Корнберг. М.: Мир, 1977.
4. Стент Г. Молекулярная генетика / Г. Стент, Р. Кэлиндар. М.: Мир, 1981.
5. Инге-Вечтомов С.Г. Введение в молекулярную генетику / С.Г. Инге-Вечтомов. М.: Высш. шк., 1983.
6. Ленинджер А. Основы биохимии / А. Ленинджер. М.: Мир, 1985.
7. Альбертс Б. Молекулярная биология клетки / Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. М.: Мир, т.2, 1986.
8. Спирин А.С. Структура и Функции нуклеиновых кислот / А.С. Спирин. М.: Высш. шк., 1990.
9. Бокуть С.Б. Молекулярная биология / С.Б. Бокуть, Н.В. Герасимович, А. А. Милютин. Мн: Высш. шк., 2005.
10. Сингер М. Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998.

### **Перечень дополнительной литературы**

1. Айала Ф. Современная генетика / Ф. Айала, Дж. Кайгер. М.: Мир, т.1, 1987
2. Страйер Л. Биохимия / Л. Страйер. М.: Мир, т.2, 1986.
3. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А. Овчинников. М.: Высш. шк., 1987.
4. Коничев А. С. Молекулярная биология / А.С. Коничев, Г.А. Севостьянова. Из-во Academia, 2005.
5. Льюин Б. Гены. / Льюин Б. М.: Мир, 1987.

### **Перечень используемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Оценка за устные ответы на лабораторных занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

В случае пропуска лекции без уважительной причины студент должен подготовить реферат объемом не менее 5 страниц рукописного текста с обязательным указанием списка использованной литературы (не менее 3 источников). При оценивании реферата обращается внимание на содержание

и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д.

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- ответы на лабораторных занятиях – 20 %;
- письменная контрольная работа № 1 – 40 %;
- письменная контрольная работа № 2 – 40 %.

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Основы молекулярной биологии» является зачет.

**Примерный перечень заданий  
для управляемой самостоятельной работы студентов**

**Раздел 2. Структура и функции нуклеиновых кислот (1 час)**

Организация молекулы ДНК в клетке. Механизм репликации ДНК.

Молекулярные механизмы мутаций и репарации.

Форма контроля – письменная контрольная работа.

**Раздел 3. Реализация генетической информации в клетке (1 час)**

Транскрипция, трансляция и регуляция этих процессов в клетках про- и эукариот.

Форма контроля – письменная контрольная работа.

**Примерная тематика лабораторных занятий**

**Лабораторное занятие № 1.** Химический состав ДНК, РНК. Доказательства ведущей роли ДНК (РНК) в наследственности. Организация ДНК, РНК в клетке. (2 часов).

**Лабораторное занятие № 2.** Репликация молекулы ДНК в клетке (2 часа).

**Лабораторное занятие № 3.** Молекулярные механизмы мутаций и репарации молекул ДНК (2 часа).

**Лабораторное занятие № 4.** Особенности транскрипции ДНК в клетках про и эукариот (2 часа).

## **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используются:

**практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей и реализацию индивидуальных и групповых студенческих проектов;

**метод учебной дискуссии**, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебная программа, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

При подготовке индивидуальных либо групповых проектов, написании рефератов студенты могут использовать источники из перечня основной и дополнительной литературы, а также самостоятельно выбранные источники. При подготовке к тестированию следует изучить мультимедийные презентации лекционного курса, конспект лекций по курсу «Основы молекулярной биологии».

### **Темы реферативных работ**

1. Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (эксперименты Эвери, Мак-Клеод и Мак-Карти, Херши и Чейз, Френкель-Конрата). Химический состав нуклеиновых кислот и понятие о мономерах (нуклеотидах), образующих молекулы ДНК и РНК. Уровни компактизации молекулы ДНК в про и эукариотической клетке. Закономерности нуклеотидного состава ДНК и правила Чаргахфа. Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности. Основные предпосылки, обеспечивающие создание структурной модели ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком. Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (эксперименты Эвери, Мак-Клеод и

Мак-Карти, Херши и Чейз, Френкель-Конрата). Химический состав нуклеиновых кислот и понятие о мономерах (нуклеотидах), образующих молекулы ДНК и РНК. Уровни компактизации молекулы ДНК в про и эукариотической клетке. Закономерности нуклеотидного состава ДНК и правила Чаргаффа. Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности. Основные предпосылки, обеспечивающие создание структурной модели ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком.

2. Способы репликации ДНК и эксперименты М. Месельсона и Ф. Столя. Типы репликации ( $\delta$ -,  $\theta$ - и D-петли). Система репликации бактериальной хромосомы. Особенности процесса репликации эукариотических хромосом. Теломеразы.

3. Типы мутаций и механизм их возникновения. Механизм образования генных мутаций. Механизм образования хромосомных мутаций. Механизм образования геномных мутаций. Мобильные генетические элементы прокариот. Особенности организации, механизмы транспозиции, роль в клетке. Мобильные генетические элементы эукариот. Особенности организации, механизмы транспозиции, роль в клетке. Молекулярные механизмы репарации ДНК. Световая и темновая репарация. Фотореактивация. Роль метилтрансфераз, лигаз и инсертаз в репарации. Эксцизионная репарация. Вырезание поврежденных оснований гликозилазами. Механизм репарации димеров тимина эксинуклеазным комплексом (uvrA, uvrB, uvrC и uvrD). Репарация неспаренных оснований белками MutH, MutL, MutS и MutU. Механизм пострепликативной или рекомбинационной репарации. Механизм SOS репарации.

4. «Центральная догма» молекулярной биологии, постулированная Ф. Криком, и ее современное содержание. РНК полимеразы про и эукариот. Сигма факторы. Факторы транскрипции. Регуляторные участки генов про и эукариот. Особенности транскрипции про- и эукариот. Организация генов про и эукариот. Негативная и позитивная регуляция транскрипции у прокариот. Регуляция транскрипции прокариот на примере лактозного и триптофанового оперонов. Регуляция транскрипции прокариот на примере оперона. Регуляция транскрипции у эукариот. Посттранскрипционный процессинг РНК и его особенности у эукариот. Механизм альтернативного сплайсинга мРНК, автосплайсинга I и II типа, ретроинтроны, сплайсинг тРНК дрожжей. Транс-сплайсинг.

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах.
2. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (эксперименты Эвери, Мак-Клеод и Мак-Карти, Херши и Чейз, Френкель-Конрата).
3. Химический состав нуклеиновых кислот и понятие о мономерах (нуклеотидах), образующих молекулы ДНК и РНК.

4. Уровни компактизации молекулы ДНК в про и эукариотической клетке.
5. Закономерности нуклеотидного состава ДНК и правила Чаргаффа.
6. Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности.
7. Основные предпосылки, обеспечивающие создание структурной модели ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком.
8. Способы репликации ДНК и эксперименты М. Месельсона и Ф. Стала.
9. Типы репликации ( $\delta$ -,  $\theta$ - и D-петли).
10. Система репликации бактериальной хромосомы.
11. Особенности процесса репликации эукариотических хромосом. Теломеразы.
12. Типы мутаций и механизм их возникновения.
13. Механизм образования генных мутаций.
14. Механизм образования хромосомных мутаций.
15. Механизм образования геномных мутаций.
16. Мобильные генетические элементы прокариот. Особенности организации, механизмы транспозиции, роль в клетке.
17. Мобильные генетические элементы эукариот. Особенности организации, механизмы транспозиции, роль в клетке.
18. Молекулярные механизмы репарации ДНК. Световая и темновая репарация. Фотореактивация.
19. Роль метилтрансфераз, лигаз и инсертаз в репарации.
20. Эксцизионная репарация. Вырезание поврежденных оснований гликозилазами.
21. Механизм репарации димеров тимина экспинуклеазным комплексом (uvrA, uvrB, uvrC и uvrD).
22. Репарация неспаренных оснований белками MutH, MutL, MutS и MutU.
23. Механизм пострепликативной или рекомбинационной репарации.
24. Механизм SOS репарации.
25. «Центральная догма» молекулярной биологии, постулированная Ф. Криком, и ее современное содержание.
26. РНК полимеразы про и эукариот. Сигма факторы. Факторы транскрипции.
27. Регуляторные участки генов про и эукариот.
28. Особенности транскрипции про- и эукариот
29. Организация генов про и эукариот
30. Негативная и позитивная регуляция транскрипции у прокариот.
31. Регуляция транскрипции прокариот на примере лактозного оперона.
32. Регуляция транскрипции прокариот на примере триптофанового оперона.
33. Регуляция транскрипции у эукариот.
34. Посттранскрипционный процессинг РНК и его особенности у эукариот.
35. Механизм альтернативного сплайсинга мРНК.
36. Механизм автосплайсинга I и II типа.
37. Ретроинтроны.

38. Сплайсинг тРНК дрожжей. Транс-сплайсинг.
39. Экспериментальные доказательства триплетности кода нуклеиновых кислот и расшифровка генетического кода.
40. Характеристики генетического кода нуклеиновых кислот.
41. Трансляция. Характеристика стадий трансляционного процесса.
42. Регуляция трансляции у про- и эукариот. Дискриминация, трансляционное сопряжение, трансляционная репрессия, маскирование, тотальная регуляция трансляции.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Генетика	Генетики	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол №24 заседания кафедры микробиологии от 25.05.2020 г.)
Векторные системы	Микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол №24 заседания кафедры микробиологии от 25.05.2020 г.)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета