

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям



\_\_\_\_\_ О.Н. Здрок

«09» декабря 2020 г.

Регистрационный № УД-9048 /уч.

## **Основы генетики и биотехнологии**

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

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

направление специальности

1-31 05 01-05 Химия (радиационная, химическая и биологическая защита)

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 01-2013 и учебного плана УВО G31-141/уч., утвержденного 28.06.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Илья Николаевич Ильющёнок, старший преподаватель кафедры генетики Белорусского государственного университета

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

А.В. Сидоренко, заведующий лабораторией «Коллекция микроорганизмов» ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», кандидат биологических наук, доцент;

А.Л. Лагоненко, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой генетики БГУ  
(протокол № 5 от 02.11.2020);

Научно-методическим Советом БГУ  
(протокол № 2 от 07.12.2020 г.)

Зав. кафедрой генетики,  
д.б.н., профессор

 Н.П. Максимова

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

**Цель** учебной дисциплины – сформировать у студентов представления об основных принципах генетики и современной биотехнологии.

### Задачи учебной дисциплины:

- 1) сформировать представление о механизмах хранения, передачи и реализации генетической информации;
- 2) сформировать представление о генетических нарушениях, их роли в развитии заболеваний человека;
- 3) сформировать представление об основных методах биотехнологии и областях их практического применения.

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

Учебная дисциплина относится к **циклу** общенаучных и общепрофессиональных дисциплин компонента учреждения высшего образования.

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

Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебной дисциплиной «Основы микробиологии и вирусологии».

### Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Основы генетики и биотехнологии» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

#### *академические* компетенции:

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-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

#### *социально-личностные* компетенции:

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

#### *профессиональные* компетенции:

ПК-15. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-18. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные методы изучения живой клетки;
- основные структурные компоненты живой клетки;
- основы клеточных, хромосомных, генных и молекулярных механизмов наследственности;
- механизмы изменчивости генетического материала;
- основы генетики человека и его наследственных заболеваний, а также онкологических заболеваний;
- задачи и возможности ДНК-технологий, клеточной и генетической инженерии;
- принципы создания генетически модифицированных организмов;
- основные подходы генотерапии;

**уметь:**

- понимать взаимосвязи между генетическими особенностями человека и состоянием его здоровья;
- оценивать риски развития генетических заболеваний и наследования неблагоприятных признаков;
- прогнозировать возможности использования биотехнологических подходов для решения прикладных задач в своей области деятельности.

**владеть:**

- научной терминологией в области генетики и биотехнологии.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 6 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Основы генетики и биотехнологии» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 92 часа, в том числе 42 аудиторных часа, из них: лекции – 28 часов, лабораторные занятия – 10 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Раздел 1. ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ

### **Тема 1.1. Методы изучения клетки. Микроскопия**

Устройство светового микроскопа. Разрешающая способность светового микроскопа. Полезное увеличение и масштабирование. Формула Аббе. Виды световой микроскопии – фазовый контраст, темнопольная микроскопия, поляризационная микроскопия. Флуоресцентная микроскопия. Электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Приготовление микроскопических препаратов.

### **Тема 1.2. Строение клетки**

Химический состав клетки. Одномембранные компоненты клетки: клеточная мембрана, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи. Митохондрии. Система цитоскелета.

### **Тема 1.3. ДНК – носитель генетической информации**

Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Организация интерфазного ядра клетки. Химическая структура ДНК. Хроматин. Уровни компактизации хроматина.

### **Тема 1.4. Передача генетической информации**

Морфология хромосом. Кариотип, идиограмма. Механизм репликации ДНК. Клеточный цикл, митоз и апоптоз. Мейоз.

### **Тема 1.5. Транскрипция гена**

Понятие о гене. Структура гена. Структура промотора. Понятие о консенсусной последовательности и мотиве. Процесс транскрипции. Регуляция транскрипции: энхансеры и сайленсеры. Факторы транскрипции.

### **Тема 1.6. Трансляция. Поддержание целостности ДНК**

Процесс трансляции РНК. Основные механизмы повреждения ДНК: химическая модификация азотистых оснований, интеркаляция аналогов оснований, димеризация пиримидиновых оснований, одно- и двунитевые разрывы, образование аддуктов. Механизмы репарации повреждений ДНК.

### **Тема 1.7. Мутации. Генетические заболевания**

Типы мутаций: точечные мутации, хромосомные мутации, геномные мутации. Полиморфизмы. Распространённые генетические заболевания, связанные с мутациями геномной и митохондриальной ДНК.

### **Тема 1.8. Онкологические заболевания**

Онкологические заболевания: характерные особенности раковых клеток, злокачественные и доброкачественные новообразования. Солидные и гематологические новообразования. Стадии развития онкологических заболеваний. Факторы канцерогенеза. Молекулярные основы канцерогенеза. Конвенциональные методы лечения онкологических заболеваний.

## Раздел 2. ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

### Тема 2.1. Основы культивирования клеток

Культивирование клеток про- и эукариот. Культивирование клеток животных и человека. Иммутизированные культуры клеток животных. Поддержание культур патогенных микроорганизмов и вирусов. Основы асептики и антисептики. Криоконсервация биологического материала.

### Тема 2.2. Технология рекомбинантных ДНК

Базовые генноинженерные манипуляции: рестрикция, лигирование, дефосфорилирование, обратная транскрипция, заполнение однонуклеотидных брешей. Электрофорез нуклеиновых кислот. Понятие о векторной системе. Общие требования к векторным системам. Методы доставки ДНК в клетку.

### Тема 2.3. Анализ последовательностей ДНК

Обзор методов анализа сходства и различия нуклеотидных последовательностей: ПДРФ, ПЦР, секвенирование по методу Сэнгера, NGS, FISH, ДНК-чипы. ДНК-анализ в диагностике заболеваний и персонализированной медицине. ДНК-анализ в криминалистике. Археогенетика.

### Тема 2.4. Клеточные культуры в биотехнологии

Микробный синтез биологически активных веществ. Биоремедиация, производство экологически безопасных материалов. Клеточные культуры как объекты для тестирования химических веществ. Стволовые клетки и их медицинское применение. Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки. Экстракорпоральное оплодотворение.

### Тема 2.5. Генетически модифицированные организмы

Определение генетически модифицированного организма. Технологии создания генетически модифицированных растений и животных. Примеры хозяйственных задач, решаемых при помощи генетически модифицированных организмов: сельское хозяйство, экология, медицина. Возможные риски создания генетически модифицированных организмов.

### Тема 2.6. Генотерапия

Генотерапия заболеваний *ex vivo* и *in vitro*. Генотерапия наследственных заболеваний. Генотерапия вирусных заболеваний. Генотерапия онкологических заболеваний. ДНК-вакцины.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные занятия	УСП		
<b>1</b>	<b>ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ</b>							
1.1	Методы изучения клетки. Микроскопия	2						
1.2	Строение клетки	2						
1.3	ДНК – носитель генетической информации	2						
1.4	Передача генетической информации	2						
1.5	Транскрипция гена	2						
1.6	Трансляция. Поддержание целостности ДНК	2						
1.7	Мутации. Генетические заболевания	2			4	2		защита письменных отчётов по лабораторной работе письменная контрольная работа
1.8	Онкологические заболевания	2						
<b>2</b>	<b>ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ</b>							
2.1	Основы культивирования клеток	2						
2.2	Технология рекомбинантных ДНК	2			4			защита письменных отчётов по лабораторной работе эссе
2.3	Анализ последовательностей ДНК	2						
2.4	Клеточные культуры в биотехнологии	2						
2.5	Генетически модифицированные организмы	2			2			защита письменных отчётов по лабораторной работе
2.6	Генотерапия	2				2		письменная контрольная работа

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

пробел

1. Глик Б, Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. // Москва, «Мир». – 2002.
2. Глушен С.В. Цитология и гистология. // Минск, Издательский центр БГУ. – 2017.
3. Клаг У.С., Каммингс М.Р., Спенсер Ш.А, Палладино М.А. Основы генетики. // Москва, «Техносфера». – 2016.
4. Рубан Э.Д. Генетика человека с основами медицинской генетики. Под ред. В. Кузнецова. // Санкт-Петербург, «Феникс». – 2017.

### Перечень дополнительной литературы

1. Гринев В.В. Генетика человека. Курс лекций. // Минск, БГУ. – 2006.
2. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. Под ред. Титовой Л.А. // Санкт-Петербург, «НЛ». – 2015.
3. Максимова Н.П. и соавт. Сборник задач по генетике : для студентов биологического факультета // Минск, БГУ. – 2008.
4. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. // СанктПетербург, Издательство СПбГТУ. – 2002
5. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия // Новосибирск, Сибирское университетское издательство, 2004.
6. Уотсон Д.Д., Берри Э., Дэвис К. ДНК. История генетической революции. // Санкт-Петербург, «Питер». – 2019.

### Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Проверку знаний рекомендуется проводить в виде комплексной письменной работы, сочетающей в себе задания различных типов: тестовые вопросы, вопросы с открытым ответом, задачи и др. Для этих целей можно использовать возможности образовательной платформы Moodle. Рекомендуется считать работу успешно сданной при выполнении не менее 60% заданий.

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

По результатам каждой лабораторной работы предоставляется отчет: ход эксперимента и результаты с выводами должны быть изложены в рабочей тетради, также предусматривается устный ответ на вопросы по практической части эксперимента и теоретическим основам.



Оценка эссе формируется на основе следующих критериев: оригинальность (новизна) постановки проблемы и способа ее интерпретации/решения, самостоятельность и аргументированность суждений, грамотность и стиль изложения и т.д.

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- письменная контрольная работа – 60%;
- защита отчётов по лабораторным занятиям – 40%.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Основы генетики и биотехнологии» учебным планом предусмотрен зачет.

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

#### **Тема 1.7. Мутации. Генетические заболевания.**

Форма контроля – письменная контрольная работа.

**Пример 1.** Тестовый вопрос с одним правильным вариантом ответа. Какой из этих хромосомных синдромов не связан с половыми хромосомами?

- А) Синдром Кляйнфельтера
- Б) Синдром Дауна
- В) Синдром Патау
- Г) Синдром Шерешевского-Тёрнера
- Д) Б+В

**Пример 2.** Задача. Дана нуклеотидная последовательность открытой рамки считывания, кодирующей белок длиной 30 аминокислот. Ген, кодирующий этот белок, подвержен транзиции одного пуринового основания на другое в единственном кодоне гистидина. Укажите его локализацию, а также запишите итоговый кодон и аминокислоту, которую он будет кодировать.

#### **Тема 2.6. Генотерапия.**

Форма контроля – письменная контрольная работа.

**Пример 1.** Тестовый вопрос с одним правильным вариантом ответа. Наиболее характерной особенностью злокачественных опухолей является...

- А) Образование капсулы
- Б) Наличие хромосомных аномалий в клетках опухоли
- В) Медленный рост
- Г) Способность к метастазированию

**Пример 2.** Задача. Делеция короткого участка в 150 нуклеотидов нарушает структуру белка А, который экспрессируется в зрелых моноцитах, и вызывает тяжёлое заболевание крови. Мутантный аллель является рецессивным: люди с генотипом *AA* здоровы, с генотипом *Aa* – больны, эмбрионы с генотипом *aa* гибнут на ранней стадии развития. Предложите стратегию лечения таких пациентов с помощью генотерапии.

## Примерные темы для написания эссе

1. Перспективы применения биотехнологий при решении боевых задач войсками РХБ защиты.
2. Биотехнологии для преодоления последствий аварий на Чернобыльской и Фукусимской АЭС.

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

При организации образовательного процесса будет использован *эвристический подход*.

*Эвристический подход* предполагает:

- конструирование обучающимся собственного смысла и целей образования;
- постановку обучающимся вопросов к фундаментальному образовательному объекту (коррелирует с группой вопросов «Что?»), до доказательство или опровержение утверждений преподавателя при сравнении первичного продукта ученика с культурно-историческим аналогом (коррелирует с группой вопросов «Как?»).

### Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Основы генетики и биотехнологии» рекомендуется использовать учебную программу, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания для самоконтроля, тематику эссе, перечень вопросов для подготовки к итоговой аттестации и др. Рекомендуется широко использовать мультимедийные средства: видеофильмы, анимационные фильмы, компьютерные 3D-модели.

### Примерный перечень вопросов к зачету

1. Химический состав эукариотической клетки.
2. Структура и функции клеточных мембран.
3. Структура и химический состав хроматина. Уровни его компактизации.
4. Механизм репликации ДНК.
5. Центральная догма молекулярной биологии.
6. Понятие гена. Структура гена эукариот.
7. Транскрипция гена и её регуляция.
8. Генетический код и его свойства.

9. Трансляция белков в эукариотической клетке. Механизм трансляции на шероховатой эндоплазматической сети.
10. Структура и морфология хромосом человека. Кариотип. Идеограмма.
11. Митоз и его биологическая роль.
12. Механизмы повреждения ДНК.
13. Механизмы репарации повреждений ДНК.
14. Хромосомные и геномные мутации. Заболевания, вызываемые хромосомным и геномными мутациями.
15. Генные мутации. Заболевания, вызываемые генными мутациями.
16. Основные признаки раковой клетки, её отличия от клеток нормальных тканей.
17. Конвенциональные и генотерапевтические методы лечения онкологических заболеваний.
18. Основные ферменты генной инженерии и их функции.
19. Клеточные культуры и способы их получения.
20. Асептика и антисептика. Стерилизация лабораторной посуды, инструментов и материалов.
21. Способы доставки ДНК в клетку.
22. Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК и РНК.
23. Метод полимеразной цепной реакции.
24. Электрофорез нуклеиновых кислот.
25. Векторные системы. Свойства и типы векторных систем.
26. Стволовые клетки и их применение в медицине.
27. Генотерапевтические подходы в лечении моногенных заболеваний.
28. Генотерапевтические подходы в лечении инфекционных заболеваний.
29. Методы оптической микроскопии.
30. Электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.

## 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)
Основы микробиологии и вирусологии	Микро-биологии	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол № 5 от 2 ноября 2020 г.)