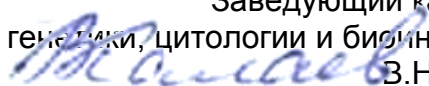


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
генетики, цитологии и биотехнологии  
  
В.Н. Калаев

14.05.2024

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.07

Геномика, протеомика и эпигенетика

1. Код и наименование направления подготовки: 06.04.01 Биология
2. Профиль подготовки: Биохимия
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: генетики, цитологии и биотехнологии
6. Составители программы: Калаев В.Н., д.б.н., проф.  
Сыромятников М.Ю., к.б.н., доц.
7. Рекомендована: НМС медико-биологического факультета 22 апреля 2024, протокол № 3
8. Учебный год: 2025-2026 Семестр(ы)/Триместр(ы): 3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

углубить базовые знания по современным методам картирования геномов и анализа протеомов организмов, продемонстрировать сферы применения геномики.

*Задачи учебной дисциплины:*

сформировать знания о теоретических основах и методах генной инженерии, принципах конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки, основных векторах и микроорганизмах, используемых в генетической инженерии; об основных чертах организации генома человека, современных методах установления родства, об этногеномике; о современных методах и проблемах белковой инженерии; о роли биоинформатики в современной молекулярной генетике и биотехнологии, базах данных по молекулярной биологии и генетике, методам информационного анализа последовательностей нуклеиновых кислот и белков.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Геномика, протеомика и эпигенетика» относится к вариативной части Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способность управлять выполнением научных исследований в области генетики с применением современных методов и оборудования по актуальной проблеме	ПК-6.2	Владеет методологией биологических наук для решения фундаментальных и конкретных практических задач	знать: основные особенности организации геномов уметь: использовать знания об организации геномов в практической деятельности владеть: навыками анализа особенностей геномов при решении практических задач
		ПК-6.3	Подбирает адекватные для поставленной задачи методы проведения молекулярно-генетического анализа генома, осуществляет его и интерпретирует полученные данные с учетом всех ограничений и особенностей использованных методов	знать: принципы, лежащие в основе методов проведения молекулярно-генетического анализа генома уметь: проводить анализ генома и интерпретировать полученные результаты владеть: навыками работы с биоинформационными ресурсами

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

**Форма промежуточной аттестации экзамен**

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		3 семестр
Аудиторные занятия	54	54
в том числе:	лекции	18
	практические	36
	лабораторные	

Самостоятельная работа	54	54
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	36	36
Итого:	144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Введение	Геномика и протеомика как науки. Задачи геномики и протеомики. Основные направления исследований. Методы расшифровки геномных последовательностей.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732</a>
1.2	Структурная и функциональная геномика	Особенности организации геномов вирусов и прокариот. Особенности организации геномов эукариот. Особенности исследований геномов высших растений. Структура генома человека.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732</a>
1.3	Эволюция геномов	Механизмы геномных перестроек, увеличения и уменьшения размеров геномов. Концепция пангенома. Молекулярная систематика.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732</a>
1.4	Разделы геномики	Структурная (описательная) геномика. Функциональная геномика и биоинформатика. Сравнительная (эволюционная) геномика. Экологическая геномика. Метагеномика. Синтетическая геномика. Метагеномика. Геномные подходы к исследованию сообществ некультивируемых микроорганизмов. Палеогеномика. Популяционная геномика. Этногеномика. Геномная медицина, фармакогеномика, судебная медицина, эпидемиологическая микробиология и др.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732</a>
1.5	Основные механизмы эпигенетического контроля активности генов	-	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Введение		
2.2	Структурная и функциональная геномика		
2.3	Эволюция геномов		
2.4	Разделы геномики		
2.5	Основные механизмы эпигенетического контроля активности генов	Методы оценки уровня метилирования ДНК. Метил-специфическая ПЦР. Определение сайтов метилирования. Метил-чувствительные эндонуклеазы рестрикции. Нуклеосомный уровень организации хроматина. Методы оценки уровня компактизации хроматина. Влияние процессов компактизации и декомпактизации хроматина на уровень экспрессии генов. Наследование гистонового кода. Эпигенетическая изменчивость.	
<b>3. Лабораторные занятия – не предусмотрены</b>			
3.1			
3.2			

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	4	-		6	10
2	Структурная и функциональная геномика	8	-		24	32
3	Эволюция геномов	2	-		8	10
4	Разделы геномики	4	-		16	20
5	Основные механизмы эпигенетического контроля активности генов	-	36			36
	Экзамен					36
	Итого:	18	36		54	144

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Виды учебной работы и последовательность их выполнения:

- аудиторная: лекции, практические занятия – посещение в соответствии с учебным расписанием;
- самостоятельная работа: изучение теоретического материала для сдачи экзамена – выполнение в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных технологий (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732>).

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970411520.html">Мутовин Г.Р.</a> Клиническая генетика. Геномика и протеомика наследственной патологии / Г.Р. Мутовин. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 832 с. - Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970411520.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970411520.html</a> .
2	Эллис С.Д. Эпигенетика / С.Д. Эллис, Т. Дженювейн, Д. Рейнберг. – М. : Техносфера, 2010. – 496 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Биоэтика и гуманитарная экспертиза. Проблемы геномики, психологии и виртуалистики — М.: ИФ РАН, 2007. - 224 с. — Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=63021">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=63021</a> .
2	Коряков Д.Е. Хромосомы. Структура и функции / Д.Е. Коряков, И.Ф. Жимулев. - Новосибирск : изд-во СО РАН, 2009 - 258 с.
3	Разин С. В. Хроматин: упакованный геном / С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 172 с.
4	Арчаков А.М. Постгеномные технологии и молекулярная медицина / А.М Арчаков // Вестник РАН. - 2004. – Т. 74. - № 5. - С. 423-428.
5	Леек А. Введение в биоинформатику / А. Леек; пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лабораторные знания, 2009. - 318 с.
6	Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами / В.В. Попов.- М.: ЛИБРОКОМ, 2009. - 304 с.
7	Примроуз С. Геномика: роль в медицине: пер. с англ. / С. Примроуз, Р. Тваймен - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 277 с.
8	Тарантул В.З. Геном человека. Энциклопедия, написанная четырьмя буквами / В.З. Тарантул. — М.: Языки славянской культуры, 2003. — 396 с.
9	Геномика-медицине / под ред. В.И. Иванова, Л.Л. Киселева. — М.: Академкнига, 2005. — 392 с.
10	Нефедов Е.И. Современная биоинформатика / Е.И. Нефедов, Т.И. Субботина, А.А. Яшин. — М.: Горячая линия - Телеком, 2005. — 272 с.
11	Геном, клонирование, происхождение человека / Л. И. Корочкин [и др.]; под общ. ред. Л. И. Корочкина. — Фрязино: Век 2, 2004. — 221 с.
12	Глик Б. Молекулярная биология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак; под ред.

	Н.К. Янковского. - М.: Мир, 2002. - 589 с.
13	Керри Несса. Эпигенетика: как современная биология переписывает наши представления о генетике, заболеваниях и наследственности / Н. Керри. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2012. – 350 с.
14	Нестабильность генома и эпигенетическое наследование эукариот / Колотова Т.Ю. [и др.]. - Харьков: Око, 2007. – 288 с.
15	Паткин Е.Л. Эпигенетические механизмы распространенных заболеваний человека / Е.Л. Паткин. – СПб. : Нестор-История, 2008. – 195 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
2	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2731">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2731</a>
3	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используется смешанное обучение с применением классических образовательных технологий (лекции и практические занятия) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ), включая электронное обучение (ЭО) с использованием ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732>, в т.ч. инструменты Moodle, BBB, банк тестовых заданий. Основные типы лекций – информационные лекции с визуализацией (мультимедийные презентации), лекционный материал предоставляется так же с использованием ДОТ (в т.ч. файлы презентаций, видеофайлы лекций). Проведение промежуточной аттестации проводится в форме компьютерного тестирования на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2732>.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

<b>Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации):</b> специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 184
--	--

Помещение для самостоятельной работы	Компьютерный класс: специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры, принтер, сканер) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 40/3
	Компьютерный класс: специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры, принтер, сканер) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 40/5
	Компьютерный класс: специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры, принтер, сканер) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 67

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	ноутбук, проектор	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 184а
---	-------------------	---

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение	ПК-6	ПК-6.2	
2.	Структурная и функциональная геномика	ПК-6	ПК-6.3	
3.	Эволюция геномов	ПК-6	ПК-6.2	
4.	Разделы геномики	ПК-6	ПК-6.2	
5.	Основные механизмы эпигенетического контроля активности генов	ПК-6	ПК-6.2	
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				<b>Тест</b>

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: тест

#### Примерный перечень тестовых заданий

1. В каком геле идет электрофорез при секвенировании ДНК методом Максама-Гилберта?
  - a. Не требуется электрофорез
  - b. В агарозном
  - c. В агарозном и полиакриламидном
  - d. В полиакриламидном
2. Что улавливает прибор в результате комплиментарного присоединения dNTP при пиросеквенировании?
  - a. Радиоактивная метка
  - b. Квант света
  - c. Выделение пирофосфата
  - d. Протон H<sup>+</sup>
3. Какие модифицированные нуклеотиды используются при секвенировании по методу Solexa/Illumina?
  - a. Не требуется модификация нуклеотида
  - b. Нуклеотиды с 32P радиоактивной меткой

- c. Дидезоксинуклеотиды
  - d. 3'-О-азидометил 2'-деоксинуклеозидтрифосфат
4. Каким методом был секвенирован геном человека?
- a. Методом Сэнгера
  - b. Секвенированием нового поколения
  - c. Методом Максама-Гилберта
  - d. Секвенированием третьего поколения
5. Где и как происходит амплификация фрагментов ДНК при секвенировании на GS FLX (454 life science/Roche)
- a. Амплификация не требуется
  - b. На твердой подложке методом мостиковой амплификации
  - c. На твердой подложке методом эмульсионной ПЦР
  - d. В микросфере методом эмульсионной ПЦР
6. Какой из секвенаторов относится к секвенаторам III поколения?
- a. ABI 373/Applied Biosystems
  - b. Illumina/Solexa
  - c. Pacific Biosciences/SMRT
  - d. Ion Torrent/Life Technologies
7. В технологии «tSMS» (true Single Molecule Sequencing) к молекуле ДНК пришивают последовательность из тимина, а к подложке последовательность из молекул аденина
- a. Верно
  - b. Неверно
8. Кто предложил метод дезокситерминаторов?
- a. Мьюлис
  - b. Сэнгер
  - c. Уотсон
  - d. Гилберт
9. Какой длины секвенируется ДНК при пиросеквенировании?
- a. Свыше 5000 п.н.
  - b. 300 – 500 п.н.
  - c. 100 - 300 п.н.
  - d. 2000 -3000 п.н.
10. При пиросеквенировании невключённые нуклеотиды и АТФ подвергаются деградации ферментом люциферазой.
- a. Верно
  - b. Неверно
11. Какой метод лежит в основе секвенатора GS FLX Roche/454 Life science?
- a. Пиросеквенирование
  - b. Метод обрыва цепи
  - c. Полупроводниковое секвенирование
  - d. Метод дезокситерминаторов
12. Амплификация каждого фрагмента является обязательным условием для секвенаторов нового поколения
- a. Верно
  - b. Неверно
13. Какой секвенатор позволяет секвенировать самые длинные участки ДНК?
- a. Pacific Biosciences/SMRT
  - b. Helicos BioSciences/tSMS
  - c. Ion Torrent/Life Technology
  - d. Roche/454 Life Sciences
14. Что детектирует прибор при секвенировании по методу Ion Torrent?
- a. Радиоактивную метку
  - b. Изменение pH)

- c. Флюорисцирующую метку
  - d. Вспышку света
15. При секвенировании методом дезокситерминаторов какое вещество прекращает рост цепи ДНК?
- a. Дезоксинуклеотидфосфат
  - b. Диметисульфат
  - c. Дидезоксинуклеотидфосфат
  - d. АТФ-сульфурилаза
16. Снижение цен на полногеномное секвенирование открывает перспективы для персонализированной медицины
- a. Верно
  - b. Неверно
17. Известной секвенированной последовательности достаточно для составления карты генома
- a. Верно
  - b. Неверно
18. Особое влияние на результат лечения хронического гепатит С оказывает полиморфизм гена цитокина-12
- a. Верно
  - b. Неверно
19. Значительно более успешные результаты противовирусной терапии (УВО 70,5% и УВО 73,0%) отмечаются у больных с генотипами СС rs12979860 ТТ rs8099917
- a. Верно
  - b. Неверно
20. Ваша задача смоделировать редактирование генома бактерий *in vitro* с помощью технологии CRISPR. Какая молекула будет определять место редактирования в целевой ДНК?
21. Ваша задача депонировать последовательность ДНК в международной системе NCBI GenBank. Какой биоинформатический инструмент позволяет это сделать?
22. Ваша задача сделать карту рестрикции гена. Какой биоинформатический инструмент позволит это сделать с указанием места разрыва ДНК и указанием изошизомеров?
23. Ваша задача оценить процент сходства митохондриальной ДНК двух организмов. Как этом можно сделать с помощью инструмента Clustal omega?

Критерии оценивания:

Отлично – студент набрал 80% от максимального количества баллов за тест и выше

Хорошо - студент набрал 60-79% от максимального количества баллов за тест

Удовлетворительно - студент набрал 45-59% от максимального количества баллов за тест

Неудовлетворительно - студент набрал 44% и менее от максимального количества баллов за тест