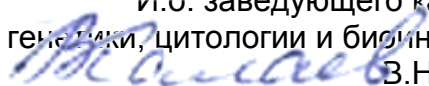


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой  
генетики, цитологии и биотехнологии  
  
В.Н. Калаев

05.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.07

Геномика, протеомика и эпигенетика

1. Код и наименование направления подготовки: 06.04.01 Биология
2. Профиль подготовки: Генетика
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 29 мая 2023, протокол № 4
8. Учебный год: 2024-2025 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<br>уметь: использовать знания об организации геномов в практической деятельности<br>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<br>уметь: проводить анализ генома и интерпретировать полученные результаты<br>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<br>(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.<br>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.<br>Особенности организации геномов эукариот.<br>Особенности исследований геномов высших растений.<br>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.<br>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.<br>Метил-специфическая ПЦР.<br>Определение сайтов метилирования.<br>Метил-чувствительные эндонуклеазы рестрикции.<br>Нуклеосомный уровень организации хроматина.<br>Методы оценки уровня компактизации хроматина.<br>Влияние процессов компактизации и декомпактизации хроматина на уровень экспрессии генов.<br>Наследование гистонового кода.<br>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><br>специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора<br>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"<br>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"<br>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"<br>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<br>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