

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ковтун Ольга Петровна  
Должность: ректор  
Дата подписания: 12.04.2024 13:23:33  
Уникальный программный ключ:  
f590ada38fac7f9d3be3160b34c21172d18757

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
“Уральский государственный медицинский университет”  
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

**Кафедра медицинской биологии и генетики**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной  
деятельности и молодежной  
политике  
Т.В. Бородулина  
«20» марта 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.06 ОМИКСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Направление подготовки – 06.04.01 Биология  
Профиль – Генные и клеточные технологии в медицине  
Квалификация (степень) – магистр  
Программа подготовки – прикладная магистратура**

**Екатеринбург  
2023**

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная биология и генная инженерия» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 11.08.2020 г. № 934.

Программа составлена:

Разработчик: Телешев В.А., доцент кафедры медицинской физики, информатики и математики ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России.

Рецензент программы: Колчанова С.Г., к.ф-м.н., доцент кафедры общей и молекулярной физики ИЕН ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры.

Утверждена:

- методической комиссией специальностей магистратуры (протокол № 3 от 01.02.2023).
- кафедрой медицинской физики, информатики и математики (протокол № 6 от 17.01.2023).

## 1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цель дисциплины – получение обучающимися знаний об омиксных технологиях и их использовании в фундаментальной и практической медицине.

1.2. Задачи дисциплины:

- получение теоретических знаний и практических навыков в области геномики, транскриптомики, протеомики и метаболомики;
- освоение навыков дизайна омикс-экспериментов;
- развитие навыков в использовании обширных геномных и постгеномных данных, извлечении из них наиболее релевантной информации, и генерации на этой основе клинически значимой информации;
- обучение современным подходам к обнаружению молекулярных биомаркеров заболеваний и их клиническим исследованиям.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

2.1. Дисциплина «Биостатистика» изучается в первом семестре, относится к базовой части общенаучного цикла Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального медицинского образования по направлению 06.04.01 Биология.

2.2. Для освоения дисциплины «Биостатистика» обучающиеся используют знания, умения, сформированные в ходе изучения дисциплин базовой и вариативной части естественно-научного, гуманитарного, социального и экономического цикла бакалавриата и специалитета.

2.3. Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин вариативной части общенаучного цикла и базовой и вариативной части профессионального цикла.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Профессиональные:

ПК 1. Способность понимать, анализировать и излагать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области генетики человека и клеточных технологий для решения различных медицинских задач

ПК 2. Способность понимать, анализировать и излагать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области клеточных и генно-клеточных технологий для решения различных медицинских задач

ПК 3. Способность и готовность применять методы генетики и генетические технологии в диагностике патологии человека

ПК 4. Способность и готовность применять генные клеточные и генно-клеточные технологии для решения профессиональных задач, направленных на терапию наследственной патологии В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- Основные методы молекулярной биологии.
- Историю развития и формирования омиксных технологий.
- Принципы и методы геномики, транскриптомики, протеомики, метаболомики.
- Основные области биологии и медицины, в которых применяются методы омиксных исследований.

**Уметь:**

- Применять на практике современные методы прикладной молекулярной биологии.
- Соотносить заболевания с их постгеномными биомаркерами и методами их

идентификации с помощью омиксных технологий.

- Интерпретировать геномную, протеомную, транскриптомную и метаболомную информацию, полученную в результате медицинской диагностики и скрининга.
- Корректно выбирать один из методов исследований для решения поставленных экспериментальных и теоретических задач;
- Применять полученные знания для решения профессиональных задач.

**Владеть:**

- Навыками по работе с омиксными данными.
- Навыками работы с базами данных в области молекулярной биологии.
- Биоинформатическими инструментами анализа.
- Методами получения и анализа экспериментальных данных.
- Компетенциями для применения омиксных технологий в профессиональной деятельности.

#### 4. Объем и вид учебной работы

| Виды учебной работы                       | Трудоемкость |      | Семестр |
|---|--------------|------|---------|
|   | часы         |      |         |
| Аудиторные занятия (всего)                | 64           |      | 4       |
| В том числе:                              |              |      |         |
| Лекции                                    | 32           |      | 4       |
| Практические занятия                      | 32           |      | 4       |
| Семинары                                  | –            |      | –       |
| Лабораторные работы                       | –            |      | –       |
| Самостоятельная работа (всего)            | 116          |      | 4       |
| В том числе:                              |              |      |         |
| Курсовая работа (курсовой проект)         | –            |      | –       |
| Реферат                                   | –            |      | –       |
| Другие виды самостоятельной работы (УИРС) | –            |      | –       |
| Формы аттестации по дисциплине            | Экзамен      |      | 4       |
| Общая трудоемкость дисциплины             | ЗЕТ          | Часы |         |
|   | 6            | 216  |         |

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины «Омиксные технологии»

| ДЕ №  | Наименование раздела дисциплины базовой части ФГОС (дидактической единицы) и код компетенции | Основное содержание раздела (дидактической единицы)   |
|-------|--|---|
| ДЕ 1. | История развития и основы омиксных технологий. Направления геномной и постгеномной медицины. | Что такое омиксные технологии. Исторические и технологические предпосылки для развития омиксных технологий. Геномная революция. Проект Геном человека. Проект Протеом человека. Обзор геномики, транскриптомики, протеомики и метаболомики, как самостоятельных научных дисциплин и их взаимосвязь. |

|       |   |  |
|-------|---|--|
|       |   | Значение биоинформатики в омиксных технологиях. Мультиомиксные данные. Роль «омиков» в медицине. Омикс-тесты. Типы биомаркеров. Геномная и постгеномная медицина: современные достижения и перспективы. Омиксные технологии как основа персонализированной медицины. Место омиксных технологий в трансляционной медицине.  |
| ДЕ 2. | Геномика. Методы изучения генома. Применение геномных технологий в медицине.                      | Организация человеческого генома. Проект НарМар. Эпигенетика и эпигеномика. Структурная, функциональная и сравнительная геномика, их место в медицине. Мультифакторные заболевания. ПЦР. Методы секвенирования ДНК. NGS. Нанопоровое секвенирование. Базы данных геномной информации. Генетический паспорт и выявление генетических заболеваний. GWAS. Геномные биомаркеры патологических процессов. Методы геномной диагностики. Геномные технологии в предиктивной медицине. Этические проблемы в изучении генома человека.  |
| ДЕ 3. | Транскриптомика. Методы изучения транскриптома. Применение транскриптомных технологий в медицине. | Экспрессия генов. Понятие транскриптома: структура и свойства. Посттранскрипционные модификации. Выделение РНК. Синтез кДНК. Секвенирование РНК. Нозерн-блот-гибридизация. SAGE. EST. Гибридизация на микрочипах. Базы данных транскриптомной информации. Полнотранскриптомное и дифференциальное профилирование транскриптома, их применение в медицинской практике. Диагностические и скрининговые транскриптомные биомаркеры патологических процессов.  |
| ДЕ 4. | Протеомика. Методы изучения протеома. Применение протеомных технологий в медицине.                | Понятие протеома: структура и свойства. Трансляция. Посттрансляционные модификации. Интеграция транскриптомных и протеомных данных. Двумерный электрофорез. Верстерн-блоттинг. Масс-спектрометрические методы анализа протеома: MALDI-TOF, SELDI. Протеомные профили и их роль в практической медицине. Хромато-масс-спектрометрия высокого разрешения. Метод ионизации электрораспылением. Панорамная протеомика. Изучение белок-белковых взаимодействий: дрожжевая двугибридная система, фаговый дисплей, TAP-MS. Мониторинг множественных реакций с изотопно-меченными пептидными стандартами. Базы данных протеомной информации. Дифференциальное профилирование протеома, его применение в медицинской практике. Диагностические и скрининговые протеомные биомаркеры патологических процессов. |
| ДЕ 5. | Метабомика. Методы изучения метаболома. Применение метаболомных технологий в медицине.            | Основные метаболиты: классификация, функции. Метаболические пути. Биохимические маркеры различных заболеваний. Метаболомный профиль: значение в медицине. Целевой и нецелевой подходы к анализу метаболома. Основные аналитические методы  |

|       |  |   |
|-------|--|---|
|       |  | исследования метаболома: хроматография, масс-спектрометрия, ядерно-магнитный резонанс. Статистические методы анализа данных метаболома. Применение метаболитического профилирования в токсикологии, фармакологии, функциональной геномике. Липидомика. Гликомика.   |
| ДЕ 6. | Применение омиксных технологий в разработке и назначении лекарственных препаратов. | Биомаркеры как мишени для разработки новых лекарств. Поиск мишеней лекарств и выявление побочных ( <i>off-target</i> ) взаимодействий <i>in vitro</i> . Омиксный профиль пациента. Методика температурного профилирования протеома (TPP). Проба клеточного термального сдвига (CESTA). Фармакогеномика, фармакотранскриптомика, фармакопротеомика, фармакометабомика при разработке и назначении лекарств. Политерапия. Базы данных экспрессии генов. Библиотеки лекарств. Компьютерные технологии в подборе лекарств и драг-дизайне. ИИ-технологии подбора лекарственных препаратов <i>in-silico</i> на примере разработок компаний Pharnext, Insilico Medicine. |
| ДЕ 7. | Метагеном человека.  | Метагеном: общие понятия, классификация и характеристика. Микробиом и виром человека, их функции и влияние на человеческий организм. Роль человеческого метагенома в развитии заболеваний. Взаимоотношения между вирусами и бактериями в составе микробиома. Метагеномные исследования с применением омиксных технологий и их место в медицинской практике. Метагеномное NGS. Международные проекты по изучению метагенома.   |

## 5.2. Контролируемые учебные элементы (на основе ФГОС)

| Дидактическая единица |  | Контролируемые ЗУН, направленные на формирование общекультурных и профессиональных компетенций |   |   |
|-----------------------|--|--|---|---|
|                       |  | Знать<br>(формулировка знания и указание УК, ОПК)  | Уметь<br>(формулировка умения и указание УК, ОПК)   | Владеть<br>(формулировка навыка и указание УК, ОПК)   |
| ДЕ 1.                 | История развития и основы омиксных технологий. Направления геномной и постгеномной медицины. | Основные понятия, термины и принципы, используемые в различных областях омиксных технологий.   | Корректно использовать термины и понятия; свободно ориентироваться в омиксных исследованиях; пользоваться справочной и научной, в том числе периодической литературой по изучаемому | Навыками решения профессиональных задач, опираясь на полученные знания. Навыком определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке, способов их решения. |

|              |   |   | предмету.   |  |
|--------------|---|---|---|--|
| <b>ДЕ 2.</b> | Геномика.<br>Методы изучения генома.<br>Применение геномных технологий в медицине.                      | Устройство генома человека.<br>Методы молекулярной биологии для изучения генома и биоинформатические методы анализа геномных данных.<br>Применение геномных технологий для скрининга и диагностики заболеваний.                             | Выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и прикладных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты в области геномики.<br>Пользоваться базами данных геномной информации.<br>Подбирать и проводить методы геномных исследований для решения задач прикладной медицины.            | Навыком использования теоретических знаний и экспериментальных навыков для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и оформления полученных результатов в области геномики.        |
| <b>ДЕ 3.</b> | Транскриптомика.<br>Методы изучения транскриптома.<br>Применение транскриптомных технологий в медицине. | Устройство транскриптома человека.<br>Методы молекулярной биологии для изучения транскриптома и биоинформатические методы анализа транскриптомных данных.<br>Применение транскриптомных технологий для скрининга и диагностики заболеваний. | Выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и прикладных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты в области транскриптомики.<br>Пользоваться транскриптомными базами данных.<br>Подбирать и проводить методы транскриптомных исследований для решения задач прикладной медицины. | Навыком использования теоретических знаний и экспериментальных навыков для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и оформления полученных результатов в области транскриптомики. |
| <b>ДЕ 4.</b> | Протеомика.<br>Методы изучения протеома.<br>Применение протеомных технологий в медицине.                | Устройство протеома человека.<br>Методы молекулярной биологии для   | Выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и прикладных задач,  | Навыком использования теоретических знаний и экспериментальных   |

|       |  |   |  |   |
|-------|--|---|--|---|
|       | технологий в медицине.   | изучения протеома и биоинформатические методы анализа протеомных данных. Применение протеомных технологий для скрининга и диагностики заболеваний.                | анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты в области протеомики. Пользоваться протеомными базами данных. Подбирать и проводить методы протеомных исследований для решения задач прикладной медицины.  | навыков для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и оформления полученных результатов в области протеомики.  |
| ДЕ 5. | Метаболомика. Методы изучения метаболома. Применение метаболомных технологий в медицине. | Устройство метаболома человека. Методы молекулярной биологии для изучения метаболома. Применение метаболомных технологий для скрининга и диагностики заболеваний. | Выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и прикладных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты в области метаболомики. Пользоваться базами данных по метаболомике. Подбирать и проводить методы метаболомных исследований для решения задач прикладной медицины. | Навыком использования теоретических знаний и экспериментальных навыков для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и оформления полученных результатов в области метаболомики. |
| ДЕ 6. | Применение омиксных технологий в разработке и назначении лекарственных препаратов.       | Типы биомаркеров для разработки лекарств. Основные этапы и принципы подбора лекарств с применением омиксных технологий и биоинформатических методов.              | Выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и прикладных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты в   | Навыком использования теоретических знаний и экспериментальных навыков для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и   |

|                           |                     |  |  |  |
|---------------------------|---------------------|--|--|--|
|                           |                     |  | <p>области подбора лекарств с применением омиксных технологий.</p> <p>Пользоваться базами данных экспрессии генов и библиотеками лекарств.</p> <p>Планировать исследования в области подбора лекарств методами омиксных технологий.</p>  | <p>оформления полученных результатов в области разработки лекарств с применением омиксных технологий.</p>  |
| ДЕ 7.                     | Метагеном человека. | <p>Организацию и взаимодействие микробиома и вирома человека между собой и человеческим организмом.</p> <p>Методы метагеномных исследований и биоинформатические методы анализа метагеномных данных.</p> | <p>Выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и прикладных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты в области метагеномики.</p> <p>Подбирать и проводить методы метаболомных исследований для решения задач прикладной медицины.</p> | <p>Навыком использования теоретических знаний и экспериментальных навыков для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и оформления полученных результатов в области метагеномики.</p> |
| Технологии оценивания ЗУН |                     | <p>Проверка усвоения навыков. УИРС.</p> <p>Самостоятельные работы. Рубежные и итоговый контроли в тестовой и письменной форме.</p> <p>БРС.</p> <p>Экзамен.</p>   | <p>Проверка усвоения навыков. УИРС.</p> <p>Самостоятельные работы. Рубежные и итоговый контроли в тестовой и письменной форме.</p> <p>БРС.</p> <p>Экзамен.</p>   | <p>Проверка усвоения навыков. УИРС.</p> <p>Самостоятельные работы. Рубежные и итоговый контроли в тестовой и письменной форме.</p> <p>БРС.</p> <p>Экзамен.</p>   |

### 5.3. Разделы дисциплин (ДЕ) и виды занятий

| Раздел дисциплины, ДЕ | Часы по видам занятий |                      |                     |          |                        |       |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------|------------------------|-------|
|                       | Лекции                | Практические занятия | Лабораторные работы | Семинары | Самостоятельная работа | Всего |
| ДЕ 1                  |                       |                      |                     |          |                        |       |
| ДЕ 2                  |                       |                      |                     |          |                        |       |
| ДЕ 3                  |                       |                      |                     |          |                        |       |
| ДЕ 4                  |                       |                      |                     |          |                        |       |
| ДЕ 5                  |                       |                      |                     |          |                        |       |
| ДЕ 6                  |                       |                      |                     |          |                        |       |
| ДЕ 7                  |                       |                      |                     |          |                        |       |
| Итого                 |                       |                      |                     |          |                        |       |

#### 6. Примерная тематика:

**6.1. Курсовая работа** – не предусмотрена.

**6.2. Темы рефератов:**

- История расшифровки генома человека в контексте медицинской значимости.
- Геном человека как ресурс для развития биомедицинских технологий.
- Эпигеномика - инструмент для поиска биомаркеров в медицине.
- Транскриптомика единичных клеток - связь с медициной.
- Протеогеномика - интеграция омиксных технологий анализа нуклеиновых кислот и белков.
- Идентификация белков от секвенирования по Эдману до массспектрометрии.
- Термальное профилирование протеома как способ поиска новых лекарственных мишеней.
- Геном злокачественных опухолей как источник биомаркеров.
- Антитела как биомаркеры - проблемы аутоиммунной патологии.
- Понятие метаболомики как основного связующего звена между активностью генов и физиологическими процессами, протекающими в организме.
- Исследование микробных сообществ методами NGS.
- Системная биология и мультиомиксные исследования.

#### 7. Ресурсное обеспечение

**7.1. Образовательные технологии.**

Кафедра располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки специалиста в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и профессионального стандарта. При условии добросовестного обучения магистрант овладеет знаниями, умениями и навыками, необходимыми для квалификационного уровня, предъявляемого к выпускнику.

Образовательный процесс реализуют научно-педагогические сотрудники кафедры, имеющие высшее образование, а также имеющие ученую степень кандидата, доктора наук, ученое звание доцента или профессора.

В процессе изучения дисциплины 80% всех аудиторных занятий проводятся в интерактивной форме.

## 7.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

- Компьютерные классы с современными компьютерами
- Учебные классы, оснащенные наглядно-методическими таблицами.
- Мультимедийный проектор и ноутбук;
- Специализированная лаборатория.

## 7.3. Перечень лицензионного программного обеспечения

### 7.3.1. Системное программное обеспечение

#### 7.3.1.1. Серверное программное обеспечение:

VMwarevCenterServer 5 Standard, срок действия лицензии: бессрочно; VMwarevSphere 5 EnterprisePlus, срок действия лицензии: бессрочно, дог. № 31502097527 от 30.03.2015 ООО «Крона-КС»;

- WindowsServer 2003 Standard № 41964863 от 26.03.2007, № 43143029 от 05.12.2007, срок действия лицензий: бессрочно;

- WindowsServer 2019 Standard (32 ядра), лицензионное соглашение № V9657951 от 25.08.2020, срок действия лицензий: 31.08.2023 г., корпорация Microsoft;

- ExchangeServer 2007 Standard (лицензия № 42348959 от 26.06.2007, срок действия лицензии: бессрочно);

- SQL ServerStandard 2005 (лицензия № 42348959 от 26.06.2007, срок действия лицензии: бессрочно);

- CiscoCallManager v10.5 (договор № 31401301256 от 22.07.2014, срок действия лицензии: бессрочно), ООО «Микротест»;

- Шлюз безопасности Ideco UTM Enterprise Edition (лицензия № 109907 от 24.11.2020 г., срок действия лицензии: бессрочно), ООО «АЙДЕКО».

7.1.2. Операционные системы персональных компьютеров:

- Windows 7 Pro (OpenLicense № 45853269 от 02.09.2009, № 46759882 от 09.04.2010, № 46962403 от 28.05.2010, № 47369625 от 03.09.2010, № 47849166 от 21.12.2010, № 47849165 от 21.12.2010, № 48457468 от 04.05.2011, № 49117440 от 25.03.10.2011, № 49155878 от 12.10.2011, № 49472004 от 20.12.2011), срок действия лицензии: бессрочно);

- Windows7 Starter (OpenLicense № 46759882 от 09.04.2010, № 49155878 от 12.10.2011, № 49472004 от 20.12.2011, срок действия лицензий: бессрочно);

- Windows 8 (OpenLicense № 61834837 от 09.04.2010, срок действия лицензий: бессрочно);

- Windows 8 Pro (OpenLicense № 61834837 от 24.04.2013, № 61293953 от 17.12.2012, срок действия лицензии: бессрочно);

7.2. Прикладное программное обеспечение

7.2.1. Офисные программы

- OfficeStandard 2007 (OpenLicense № 43219400 от 18.12.2007, № 46299303 от 21.12.2009, срок действия лицензии: бессрочно);

- OfficeProfessionalPlus 2007 (OpenLicense № 42348959 от 26.06.2007, № 46299303 от 21.12.2009, срок действия лицензии: бессрочно);

- OfficeStandard 2013 (OpenLicense№ 61293953 от 17.12.2012, № 49472004 от 20.12.2011, № 61822987 от 22.04.2013, № 64496996 от 12.12.2014, № 64914420 от 16.03.2015, срок действия лицензии: бессрочно);

7.2.2. Программы обработки данных, информационные системы

- Программное обеспечение «ТАНДЕМ.Университет» (включая образовательный портал educa.usma.ru) (лицензионное свидетельство № УГМУ/21 от 22.12.2021, срок действия лицензии: бессрочно), ООО «Тандем ИС».

7.3.2.3. Внешние электронные информационно-образовательные ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» ООО «Консультант студента», Контракт № 200/14 от 20.08.2021. Действует до 31.08.2022 г.

Образовательная платформа «ЮРАЙТ» ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» Лицензионный договор № 201/14 от 20.08.2021. Действует до 31.08.2022 г.

Институциональный репозиторий на платформе DSpace «Электронная библиотека УГМУ» ФГАОУ ВО УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Договор установки и настройки № 670 от 01.03.18. Бессрочный.

Национальная электронная библиотека ФГБУ «Российская государственная библиотека», Договор № 101/НЭБ/5182 от 26.10.2018. Действует до 2023 г.

Универсальная база данных East View Information Services (периодические издания — Российские журналы) ООО «ИВИС» Лицензионный договор № 286-П от 24.12.2021. действует до 30.06.2022 г.

Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «Русский как иностранный». ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа» Лицензионный договор № 8514/21 от 19.10.2021. Действует до 24.10.2022 г.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 8.1. *Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля):*

8.1.1. PubMed – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

8.1.2. Национальный центр биотехнологической информации США (NCBI: обслуживает GenBank, MedLine, BLAST) – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

8.1.3. База данных The Human Protein Database – URL: <https://www.proteinatlas.org/>

8.1.4. Сайт сообщества ученых, работающих в области NGS – URL: <http://seqanswers.com>

8.1.5. Биомолекула – URL: <https://biomolecula.ru/>

### 8.2. *Основная литература*

8.2.1. Основы высшей Попов В. В. Геномика с молекулярно-генетическими основами / В. В. Попов. — М.: КД Либроком, 2014. — 298 с. или 2009. — 298 с.

8.2.2. Примроуз, С. Геномика. Роль в медицине / С. Примроуз, Р. Тваймен. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 277 с. или 2008. — 277 с.

8.2.3. Мушкхамбаров Н. Н. Кузнецов С. Л. Молекулярная биология Учебное пособие. — М.: Медицинское информационное агентство, 2007. - 536 с.

### 8.3. *Дополнительная литература*

8.3.1. Леск, А. Введение в биоинформатику / А. Леск. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 318 с. или 2009. — 318 с.

8.3.2. Биоинформатика: учебник / Н.Ю. Часовских. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 352 с.

8.3.3. Omics Technologies and Bio-engineering 1st Edition / eds. D. Barh, V. Azevedo – NY: Academic Press, – 618 P. eBook ISBN: 9780128047491.

## 9. Аттестация по дисциплине.

Формой итоговой аттестации по дисциплине «Биостатистика» является экзамен. Условием допуска к экзамену, является успешное выполнение практических работ, сдача контрольных тестов и контрольных работ.

## 10. Фонд оценочных средств по дисциплине.

ФОС для проведения промежуточной аттестации (представлен в приложении №1).

**11. Сведения о ежегодном пересмотре и обновлении РПД.**

| Дата | № протокола заседания кафедры | Внесенные изменения, либо информации об отсутствии необходимости изменений |
|------|-------------------------------|--|
|      |                               |  |
|      |                               |  |

**12. Оформление, размещение, хранение рабочей программы дисциплины.**

Электронная версия рабочей программы дисциплины размещена на сайте образовательного портала <http://educa.usma.ru>, на странице кафедры.

Бумажная версия рабочей программы дисциплины (с реквизитами, в прошитом варианте) представлена на кафедре в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.