

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский  
университет имени Н.И. Пирогова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

**Институт биомедицины (МБФ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор Института**

**Прохорчук Егор Борисович**

**Доктор биологических наук,  
Член-корреспондент  
Российской академии наук**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.В.В.02.01 Омиксные технологии в медицине  
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
30.05.01 Медицинская биохимия  
направленность (профиль)  
Медицинская биохимия  
Год начала подготовки - 2022**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.02.01 Омиксные технологии в медицине (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия.

Направленность (профиль): Медицинская биохимия.

Форма обучения: очная.

Составители:

| №, п/п | Фамилия, Имя, Отчество       | Учёная степень, звание | Должность                              | Место работы                                                                |
|--------|------------------------------|------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Кузиков Алексей Владимирович | к.б.н., доцент         | и.о. заведующего кафедрой биохимии МБФ | ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) |
| 2      | Гончаров Антон Олегович      |                        | ассистент кафедры биохимии МБФ         | ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) |

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

| № п/п | Фамилия, Имя, Отчество      | Учёная степень, звание | Должность                         | Место работы                                                                |
|-------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Чаусова Светлана Витальевна | д.м.н., доцент         | Зав. кафедрой общей патологии МБФ | ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) |

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра биохимии МБФ»

протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

**Зав. кафедрой**

Кузиков Алексей Владимирович  
Доктор биологических наук,  
Доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« \_\_\_\_\_ »

протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ № \_\_\_\_\_

**Директор Института**

Прохорчук Егор Борисович  
Доктор биологических наук,  
Член-корреспондент  
Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи освоения дисциплины**

1.1.1. Цель: получение обучающимися знаний об молекулярных омиксных технологиях и их использования в фундаментальной и практической медицине

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Обучение расчету характеристик молекулярных биомаркеров и их пригодности к использованию для диагностики заболеваний, прогнозирования их течения и ответа на терапию
- Обучение современным подходам к обнаружению молекулярных биомаркеров заболеваний и их клиническим исследованиям перед введением в практику
- Формирование представления об омиксных технологиях и их использовании в медицине

### **1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Омиксные технологии в медицине» изучается в 10 семестре(ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока Б.1 «Дисциплины». Является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Биохимия; Математическая биология; Основы онкологии; Иммунология; Биоинформатика; Медицинская биохимия.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Медицинская генетика; Учебная практика.

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

#### 10 семестр

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                          | Планируемые результаты освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.                                                                                                                                             | <b>Знать:</b> Теоретические основы естественнонаучных дисциплин; -Методы математического и статистического анализа; -Методологию решения профессиональных задач                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> Применять имеющиеся естественнонаучные знания для решения профессиональных задач                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Решать профессиональные задачи, опираясь на имеющиеся естественнонаучные знания                                                                                                                                                                                                                                 |
| ОПК-1.ИД3 Применяет фундаментальные медицинские знания для решения профессиональных задач.                                                                                                                                                    | <b>Знать:</b> Теоретические основы фундаментальных медицинских дисциплин; Методы математического и статистического анализа медицинских исследований; Методологию решения профессиональных задач медицинской направленности                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> Применять имеющиеся фундаментальные медицинские знания для решения профессиональных задач                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Решать профессиональные задачи, опираясь на имеющиеся фундаментальные медицинские знания                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>ОПК-2 Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния in vivo и in vitro при проведении биомедицинских исследований</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ОПК-2.ИД1 Выявляет и оценивает морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека.                                                                                                                 | <b>Знать:</b> Основные методы и принципы лабораторной оценки (диагностики) морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> Грамотно выбирать подходящие методы для выявления морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека; Анализировать полученные результаты исследований, выявлять взаимосвязь изменений уровня биомаркеров с морфофункциональными, физиологическими состояниями и патологическими процессами в организме человека |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Применять необходимые для исследования морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека лабораторные методы                                                                                                                                                       |
| <b>ПК-5 Способен проводить научные исследования в области молекулярной медицины и молекулярной биологии</b>                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК-5.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной медицины и молекулярной биологии                                                          | <b>Знать:</b> - Основные принципы поиска и обработки научной и научно-технической информации; - Основные базы данных, применяемых при поиске информации в молекулярной медицине и молекулярной биологии                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> - Находить релевантную научную и научно-техническую информацию в основных базах данных; - Анализировать найденную информацию                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Практическим опытом пользования общепринятым программным обеспечением для получения и обработки данных, дистанционного обучения посредством доступных профессиональных ресурсов в сети «Интернет»                                                                                                               |
| ПК-5.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной медицины и молекулярной биологии                                                                                              | <b>Знать:</b> - Принципы и методологию проведения научного исследования;- Принципы работы необходимого для проведения эксперимента лабораторного оборудования;- Методы математического и статистического анализа экспериментальных данных.                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> - Работать с биохимическим оборудованием в соответствии с протоколами исследования;- Грамотно обработать полученные результаты исследования, применяя соответствующие методы математического и статистического анализа.                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> - Владеть практическим опытом выполнения биохимического исследования; - Владеть практическим опытом работы на стандартном биохимическом оборудовании;- Владеть практическим опытом математической и статистической обработки экспериментальных результатов.                                                     |

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                  | Планируемые результаты освоения дисциплины                                                                                                                          |
| ПК-5.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной медицины и молекулярной биологии.                                                                                                                     | <b>Знать:</b> - Принципы формулировки выводов с помощью правил и принципов рассуждения на основе наблюдаемых и измеряемых данных об объекте исследования            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Уметь:</b> - Проводить анализ и систематизацию полученных экспериментальных данных; - Сопоставлять полученные результаты исследования с ранее известными данными |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> - Формулировать объективные выводы, адекватные полученным экспериментальным данным                       |
| ПК-5.ИД4 Информировать научную общественность о результатах исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной медицины и молекулярной биологии путем публикации их в рецензируемых научных изданиях и в виде докладов на научных мероприятиях | <b>Знать:</b> основные принципы представления результатов в виде докладов и публикаций                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Уметь:</b> представлять результаты в виде докладов и публикаций                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> представления результатов в виде докладов и публикаций                                                   |

## 2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

| Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации |                                        | Всего часов | Распределение часов по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------|----------------------------------|
|                                                                                  |                                        |             | 10                               |
| Учебные занятия                                                                  |                                        |             |                                  |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:         |                                        | 82          | 82                               |
| Семинарское занятие (СЗ)                                                         |                                        | 48          | 48                               |
| Лекционное занятие (ЛЗ)                                                          |                                        | 22          | 22                               |
| Коллоквиум (К)                                                                   |                                        | 12          | 12                               |
| Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:                     |                                        | 58          | 58                               |
| Подготовка к учебным аудиторным занятиям                                         |                                        | 58          | 58                               |
| Промежуточная аттестация:                                                        |                                        |             |                                  |
| Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:    |                                        | 4           | 4                                |
| Зачет (З)*                                                                       |                                        | 4           | 4                                |
| Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)                                              | в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА       | 144         | 144                              |
|                                                                                  | в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36 | 4.00        | 4.00                             |

\* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

##### 10 семестр

| № п /п                                          | Шифр компетенции                                                        | Наименование раздела, темы дисциплины                            | Содержание раздела и темы в дидактических единицах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Омиксные технологии в медицине</b> |                                                                         |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1                                               | ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1 | Тема 1. Воспроизводительный анализ нуклеиновых кислот в медицине | Что такое омиксные технологии. Как биохимия и молекулярная биология стали высокопроизводительными. Геном человека как ресурс для развития биомедицинских технологий. История расшифровки генома человека в контексте медицинской значимости. Эпигеномика - инструмент для поиска биомаркеров в медицине. Основные методические подходы к анализу эпигеномов. Транскриптомика - высокопроизводительный анализ РНК. Что дали методы анализа транскриптома для практической медицины. Секвенирование нового поколения в анализе транскриптома. Дифференциальная экспрессия генов и другие параметры, которые можно оценить из данных секвенирования РНК. Транскриптомика единичных клеток - связь с медициной. Омиксные методы в анализе единичных клеток. Природное редактирование РНК и его биомедицинская значимость.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2                                               | ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1 | Тема 2. Высокопроизводительный анализ белков в медицине          | Протеомика как высокопроизводительный анализ белков. От биохимии белка до протеомики - методы разделения белков. Идентификация белков от секвенирования по Эдману до масс-спектрометрии. Физико-химические методы идентификации белков и использование для этого аффинных реагентов. MALDI-TOF-масс-спектрометрия в протеомике. Белковые профили плазмы крови для поиска биомаркеров. Масс-спектрометрическая визуализация тканей. Хромато-масс-спектрометрия высокого разрешения в протеомике. Как протеомика стала панорамной: ионизация электрораспылением для анализа белков и пептидов. Вычислительные методы идентификации белков в панорамной протеомике. От масс-спектра к пептиду - программы и алгоритмы для идентификации белков. Таргетная протеомика для количественного анализа белков. Мониторинг множественных реакций с изотопно меченными пептидными стандартами как основной метод таргетной протеомики. Протеогеномика - интеграция омиксных технологий анализа нуклеиновых кислот и белков. Протеом злокачественной опухоли. Протеомика для анализа неоантигенов. Посттрансляционные модификации белка - анализ при помощи масс-спектрометрии. |
| 3                                               | ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1 | Тема 3. Дополнительные омикс-технологии в медицине               | Метабомика - высокопроизводительный анализ метаболитов. Аналитические методы метабомики - масс-спектрометрия и спектроскопия ядерно-магнитного резонанса. Таргетный и панорамный подходы. Гликомика - высокопроизводительный анализ гликанов. Методы и подходы в гликомике. Примеры биомедицинских проектов с использованием омиксных методов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

#### 3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

| № п /п                                          | Шифр компетенции                                                        | Наименование темы                                                | Содержание темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Омиксные технологии в медицине</b> |                                                                         |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1                                               | ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3, ПК-5.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД3, ОПК-2.ИД1 | Тема 1. Воспроизводительный анализ нуклеиновых кислот в медицине | Анализ медицинской значимости вариантов нуклеотидной последовательности в масштабах генома – полногеномный анализ ассоциаций с заболеваниями. Методические принципы этого анализа. «Развлекательная» геномика. Значение индивидуальных геномных тестов для широкого потребителя без серьезных заболеваний. Основные методические подходы секвенирования нового поколения. От микроскопии до нанопоры. |

| № п /п | Шифр компетенции                                                              | Наименование темы                                       | Содержание темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2      | ПК-5.ИД1 , ПК-5.ИД2 , ПК-5.ИД3 , ПК-5.ИД4 , ОПК-1.ИД1 , ОПК-1.ИД3 , ОПК-2.ИД1 | Тема 2. Высокопроизводительный анализ белков в медицине | Типы масс-спектрометрических детекторов, применяемых в биологии. Ионные ловушки, квадруполь, приборы анализа ионной подвижности, комбинируемые с масс-спектрометром. Современные методы анализа трехмерной структуры белков – от рентгеноструктурного анализа до предсказаний AlphaFold. Термальное профилирование протеома как способ поиска новых лекарственных мишеней. Протеомика единичных клеток – принципы, перспективы. |
| 3      | ПК-5.ИД1 , ПК-5.ИД2 , ПК-5.ИД3 , ПК-5.ИД4 , ОПК-1.ИД1 , ОПК-1.ИД3 , ОПК-2.ИД1 | Тема 3. Дополнительные омикс-технологии в медицине      | Липидомика как раздел омиксных технологий. Методы высокопроизводительного анализа липидов. Разнообразие «омиксных» дисциплин. Интерактомика – высокопроизводительных исследование межмолекулярных взаимодействия для моделирования работы живых систем. Понятие о системной биологии – от мультиомиксных исследований до системы дифференциальных уравнений.                                                                    |

#### 4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

| №<br>п<br>/п                                                            | Виды<br>учебных<br>занятий* | Период обучения (семестр). Порядковые номера и<br>наименования разделов (при наличии), тем, учебных<br>занятий                                                   | Количество<br>часов<br>контактной<br>работы | Виды текущего<br>контроля<br>успеваемости** | Формы<br>проведения<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости*** |    |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----|
|                                                                         |                             |                                                                                                                                                                  |                                             |                                             | КП                                                             | ОК |
| 1                                                                       | 2                           | 3                                                                                                                                                                | 4                                           | 5                                           | 6                                                              | 7  |
| <b>10 семестр</b>                                                       |                             |                                                                                                                                                                  |                                             |                                             |                                                                |    |
| <b>Раздел 1. Омиксные технологии в медицине</b>                         |                             |                                                                                                                                                                  |                                             |                                             |                                                                |    |
| <b>Тема 1. Воспроизводительный анализ нуклеиновых кислот в медицине</b> |                             |                                                                                                                                                                  |                                             |                                             |                                                                |    |
| 1                                                                       | ЛЗ                          | Геном человека как ресурс для развития биомедицинских технологий                                                                                                 | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 2                                                                       | СЗ                          | Как биохимия и молекулярная биология стали высокопроизводительными                                                                                               | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 3                                                                       | ЛЗ                          | Эпигеномика - инструмент для поиска биомаркеров в медицине                                                                                                       | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 4                                                                       | СЗ                          | История расшифровки генома человека в контексте медицинской значимости                                                                                           | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 5                                                                       | ЛЗ                          | Транскриптомика - высокопроизводительный анализ РНК                                                                                                              | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 6                                                                       | СЗ                          | Основные методические подходы к анализу эпигеномов                                                                                                               | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 7                                                                       | ЛЗ                          | Секвенирование нового поколения в анализе транскриптома. Транскриптомика единичных клеток - связь с медициной                                                    | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 8                                                                       | СЗ                          | Дифференциальная экспрессия генов и другие параметры, которые можно оценить из данных секвенирования РНК                                                         | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 9                                                                       | СЗ                          | Омиксные методы в анализе единичных клеток                                                                                                                       | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| <b>Тема 2. Высокопроизводительный анализ белков в медицине</b>          |                             |                                                                                                                                                                  |                                             |                                             |                                                                |    |
| 10                                                                      | ЛЗ                          | Протеомика как высокопроизводительный анализ белков. Идентификация белков от секвенирования по Эдману до масс-спектрометрии                                      | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 11                                                                      | СЗ                          | Идентификация белков от секвенирования по Эдману до массспектрометрии                                                                                            | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 12                                                                      | ЛЗ                          | MALDI-TOF-масс-спектрометрия в протеомике. Хромато-масс-спектрометрия высокого разрешения в протеомике                                                           | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 13                                                                      | СЗ                          | Белковые профили плазмы крови для поиска биомаркеров. Массспектрометрическая визуализация тканей                                                                 | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 14                                                                      | ЛЗ                          | Вычислительные методы идентификации белков в панорамной протеомике. Таргетная протеомика для количественного анализа белков                                      | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 15                                                                      | СЗ                          | Мониторинг множественных реакций с изотопно меченными пептидными стандартами как основной метод таргетной протеомики                                             | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 16                                                                      | ЛЗ                          | Протеогеномика - интеграция омиксных технологий анализа нуклеиновых кислот и белков. Посттрансляционные модификации белка - анализ при помощи масс-спектрометрии | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 17                                                                      | СЗ                          | Протеом злокачественной опухоли. Протеомика для анализа неоантигенов                                                                                             | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 18                                                                      | СЗ                          | От масс-спектра к пептиду - программы и алгоритмы для идентификации белков                                                                                       | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| <b>Тема 3. Дополнительные омикс-технологии в медицине</b>               |                             |                                                                                                                                                                  |                                             |                                             |                                                                |    |
| 19                                                                      | ЛЗ                          | Метабомика - высокопроизводительный анализ метаболитов                                                                                                           | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 20                                                                      | СЗ                          | Аналитические методы метаболомики масс-спектрометрия и спектроскопия ядерно-магнитного резонанса. Таргетный и панорамный подходы                                 | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 21                                                                      | ЛЗ                          | Гликомика - высокопроизводительный анализ гликанов                                                                                                               | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 22                                                                      | СЗ                          | Методы и подходы в гликомике                                                                                                                                     | 4                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |
| 23                                                                      | ЛЗ                          | Примеры биомедицинских проектов с использованием омиксных методов                                                                                                | 2                                           | Д                                           | 1                                                              | 1  |

| №<br>п<br>/п | Виды учебных занятий* | Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий | Количество часов контактной работы | Виды текущего контроля успеваемости** | Формы проведения текущего контроля успеваемости*** |    |
|--------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|----|
|              |                       |                                                                                                          |                                    |                                       | КП                                                 | ОК |
| 1            | 2                     | 3                                                                                                        | 4                                  | 5                                     | 6                                                  | 7  |
| 24           | К                     | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 1                                                          | 4                                  | Р                                     | 1                                                  | 1  |
| 25           | К                     | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 2                                                          | 4                                  | Р                                     | 1                                                  | 1  |
| 26           | К                     | Текущий рубежный (модульный) контроль по теме 3                                                          | 4                                  | Р                                     | 1                                                  | 1  |
| 27           | З                     | Зачётное занятие                                                                                         | 4                                  | ПА                                    | 1                                                  | 1  |
|              |                       | <b>Всего в семестре</b>                                                                                  | 86                                 |                                       | 26                                                 | 26 |
|              |                       | <b>Всего по дисциплине</b>                                                                               | 86                                 |                                       | 26                                                 | 26 |

(\* , \*\* , \*\*\* смотри условные обозначения)

### Условные обозначения

#### Виды учебных занятий\*

| Виды учебных занятий | Сокращённое наименование |    |
|----------------------|--------------------------|----|
| Лекционное занятие   | Лекция                   | ЛЗ |
| Семинарское занятие  | Семинар                  | СЗ |
| Коллоквиум           | Коллоквиум               | К  |

#### Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)\*\*

| Виды текущего контроля успеваемости (ВТК) | Сокращённое наименование |   | Содержание                                                                                                        |
|-------------------------------------------|--------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Текущий дисциплинирующий контроль         | Дисциплинирующий         | Д | Контроль посещаемости занятий обучающимся                                                                         |
| Текущий рубежный контроль                 | Рубежный                 | Р | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины |

#### Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся \*\*\*

| № | Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ) | Техническое и сокращённое наименование |    | Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля |   |   |
|---|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------|---|---|
|   |                                                                     |                                        |    | Д                                                                       | Т | Р |
| 1 | Контроль присутствия                                                | Присутствие                            | КП | +                                                                       |   |   |
| 2 | Опрос комбинированный                                               | Опрос комбинированный                  | ОК |                                                                         | + |   |

## 5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине Оценочные средства промежуточной аттестации

### 5.1. Формы промежуточной аттестации

| Семестр    | Форма промежуточной аттестации**** | Форма проведения промежуточной аттестации   |
|------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1          | 2                                  | 3                                           |
| 10 семестр | Зачет                              | Контроль присутствия, Опрос комбинированный |

#### Условные обозначения \*\*\*\*

| Формы промежуточной аттестации | Сокращённое наименование |
|--------------------------------|--------------------------|
| Зачет                          | Зачет 3                  |

### 5.2 Критерии выставления оценок

#### Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

##### 10 семестр

| Шкала оценивания | Критерии выставления оценок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «зачтено»        | При устном ответе студент демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), дает полный, достаточно аргументированный ответ; делает правильные обобщения и выводы; правильно отвечает на дополнительные ответы по программному материалу; умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач. Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.                                                                                                                                   |
| «не зачтено»     | При устном ответе студент демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию; допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; не делает обобщения и выводы; не отвечает на дополнительные вопросы; не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства. |

## 6. Структура рейтинга по дисциплине

**6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.**

**6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)**

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

### 10 семестр

| Виды занятий                          |   | Формы проведения текущего контроля успеваемости |  | Кол-во контролей | Макс. кол-во баллов | Соответствие оценок рейтинговым баллам |     |      |      |        |     |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------------------|--|------------------|---------------------|----------------------------------------|-----|------|------|--------|-----|
|                                       |   |                                                 |  |                  |                     | ТК                                     | ВТК | Отл. | Хор. | Удовл. |     |
| Коллоквиум                            | К | Опрос комбинированный                           |  | ОК               | 3                   | 1002                                   | В   | Р    | 334  | 223    | 112 |
| Сумма баллов по дисциплине за семестр |   |                                                 |  |                  | 1002                |                                        |     |      |      |        |     |

**Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)**

### 10 семестр

| Шкала оценивания | Критерии выставления оценки                                                                                                                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «зачтено»        | Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов)<br>и<br>Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре                                         |
| «не зачтено»     | Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов)<br>и/или<br>Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля |

## **7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **10 семестр**

#### **Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта**

1. Что такое омиксные технологии?
2. Геном человека как ресурс для развития биомедицинских технологий. История расшифровки генома человека в контексте медицинской значимости.
3. Эпигеномика - инструмент для поиска биомаркеров в медицине. Основные методические подходы к анализу эпигеномов.
4. Транскриптомика - высокопроизводительный анализ РНК.
5. Секвенирование нового поколения в анализе транскриптома.
6. Дифференциальная экспрессия генов и другие параметры, которые можно оценить из данных секвенирования РНК.
7. Транскриптомика единичных клеток - связь с медициной.
8. Омиксные методы в анализе единичных клеток.
9. Природное редактирование РНК и его биомедицинская значимость.
10. Протеомика как высокопроизводительный анализ белков.
11. Идентификация белков от секвенирования по Эдману до масс-спектрометрии.
12. Физико-химические методы идентификации белков и использование для этого аффинных реагентов.
13. MALDI-TOF-масс-спектрометрия в протеомике.
14. Белковые профили плазмы крови для поиска биомаркеров. Масс-спектрометрическая визуализация тканей.
15. Хромато-масс-спектрометрия высокого разрешения в протеомике.
16. Ионизация электрораспылением для анализа белков и пептидов.
17. Вычислительные методы идентификации белков в панорамной протеомике.
18. Программы и алгоритмы для идентификации белков.
19. Таргетная протеомика для количественного анализа белков. Мониторинг множественных реакций с изотопно мечеными пептидными стандартами как основной метод таргетной протеомики.
20. Протеогеномика - интеграция омиксных технологий анализа нуклеиновых кислот и белков.
21. Протеом злокачественной опухоли. Протеомика для анализа неоантигенов.
22. Посттрансляционные модификации белка - анализ при помощи масс-спектрометрии.
23. Метаболомика - высокопроизводительный анализ метаболитов. Аналитические методы метаболомики. Таргетный и панорамный подходы.
24. Гликомика - высокопроизводительный анализ гликанов. Методы и подходы в гликомике. Примеры биомедицинских проектов с использованием омиксных методов.

## **8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины**

### **Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)**

внимательно изучить материалы лекций и рекомендуемую литературу, а также проработать задания, которые разбирались на занятиях или были рекомендованы для самостоятельного решения.

## 9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1. Перечень литературы по дисциплине:

| № п/п | Наименование, автор, год и место издания                                                                          | Рекомендуется при изучении разделов дисциплины | Количество экземпляров в библиотеке | Электронный адрес ресурса                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                                                 | 3                                              | 4                                   | 5                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1     | Основы биохимии Ленинджера: [учебник для высшего профессионального образования], Нельсон Д., Кокс М., 2024 - 2025 | Омиксные технологии в медицине                 | 1                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2     | Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии: [учебное пособие], Уилсон К., 2024 - 2025                     | Омиксные технологии в медицине                 | 0                                   | <a href="https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=92bn.pdf&amp;show=dcatalogues/1/5059/92bn.pdf&amp;view=true">https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=92bn.pdf&amp;show=dcatalogues/1/5059/92bn.pdf&amp;view=true</a> |

### 9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. <https://www.kegg.jp/>
2. <https://www.rcsb.org/>
3. <https://www.sciencedirect.com/>
4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

### 9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)

#### 9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

| №<br>п<br>/п | Наименование оборудованных учебных аудиторий                                                                                                                                                                                   | Перечень специализированной мебели, технических средств обучения                                                                                                           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения | Столы , Стулья , Доска маркерная , Доска меловая , Экран для проектора , Компьютер персональный , Проектор мультимедийный                                                  |
| 2            | Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации             | Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |
| 3            | Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации                                                                                                                                                                      | Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)         |

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.