

**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.О.07 Системная биология

для образовательной программы высшего образования - программы Магистратуры  
по направлению подготовки (специальности)

06.04.01 Биология

направленность (профиль)

Медицинская биоинформатика

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.О.07 Системная биология (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Магистратуры по направлению подготовки (специальности) 06.04.01 Биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская биоинформатика.

Форма обучения: очная

Составители:

| № | Фамилия, Имя, Отчество        | Учёная степень, звание                   | Должность                              | Место работы  | Подпись |
|---|-------------------------------|--|--|---|---------|
| 1 | Иванов Сергей Михайлович      | кандидат биологических наук              | Доцент кафедры биоинформатики МБФ      | НИИ биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича                               |         |
| 2 | Лагунин Алексей Александрович | доктор биологических наук, профессор РАН | Заведующий кафедрой биоинформатики МБФ | ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) |         |

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

| № | Фамилия, Имя, Отчество | Учёная степень, звание | Должность | Место работы | Подпись |
|---|------------------------|------------------------|-----------|--------------|---------|
|   |                        |                        |           |              |         |

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом института Институт биомедицины (МБФ) (протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по специальности 06.04.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «11» августа 2020 г. No 934 рук (Далее – ФГОС ВО);
2. Общая характеристика образовательной программы;
3. Учебный план образовательной программы;
4. Устав и локальные акты Университета.

© 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 студентами основополагающих знаний и практических навыков в области системной биологии

#### 1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- Формирование навыков работы с основными программами и ресурсами, используемыми при анализе OMICS данных и биологических сетей
- Изучение терминологии, методов, подходов, баз данных и компьютерных программ, используемых в системной биологии

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

Дисциплина «Системная биология» изучается в 3 семестре (ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, блока Б.1 дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Практика по направлению профессиональной деятельности (Анализ омиксных данных); Биоинформатика; Биохимия; R, биостатистика; Биостатистика; Информатика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа; Практика по профилю профессиональной деятельности (лаборантская практика).

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Семестр 3

| <b>Код и наименование компетенции</b>  |   |
|--|---|
| <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>  | <b>Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)</b>  |
| <b>ПК-1 Способен планировать и реализовывать проведение научных исследований в области медицинской биоинформатики и смежных областях</b>   |   |
| ПК-1.ИД1 Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента.   | <b>Знать:</b> Основные форматы файлов, основные алгоритмы и программы, используемые в анализе OMICS данных  |
|  | <b>Уметь:</b> Формировать постановку задачи для проведения научных системно-биологических исследований, направленных на анализ OMICS данных       |
|  | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использования программ для анализа OMICS данных в системно-биологических исследованиях |
| ПК-1.ИД2 Руководит научными исследованиями в области медицинской биоинформатики и смежных областях.  | <b>Знать:</b> Основные форматы файлов, основные алгоритмы и программы, используемые в анализе OMICS данных  |
|  | <b>Уметь:</b> Формировать постановку задачи для проведения научных системно-биологических исследований, направленных на анализ OMICS данных       |
|  | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использования программ для анализа OMICS данных в системно-биологических исследованиях |
| <b>ПК-2 Способен творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры для изучения молекулярных механизмов патогенеза заболеваний.</b> |   |

|   |   |
|---|---|
| <p>ПК-2.ИД1 Использует в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, представленных в программе магистратуры для исследования механизмов патогенеза заболеваний.</p>  | <p><b>Знать:</b> Методы системной биологии для выявления механизмов возникновения заболеваний на основе OMICS данных</p>  |
|   | <p><b>Уметь:</b> Применять методы системной биологии для выявления механизмов возникновения заболеваний на основе OMICS данных</p>  |
|   | <p><b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Применения программных средств и методов системной биологии для выявления механизмов возникновения заболеваний на основе OMICS данных</p>                                   |
| <p><b>ПК-3 Способен использованием инструменты и методы биоинформатики для анализа результатов высокопроизводительного секвенирования и OMICS данных при выполнении диагностических, клинических и научных исследований</b></p>   |   |
| <p>ПК-3.ИД1 Использует инструменты и методы биоинформатики для анализа результатов высокопроизводительного секвенирования и OMICS данных в научных и диагностических целях, в том числе для установления и (или) уточнения диагноза врожденного (или) наследственного заболевания</p> | <p><b>Знать:</b> Методы системной биологии для выявления новых биомаркеров на основе результатов высокопроизводительного секвенирования и OMICS данных</p>  |
|   | <p><b>Уметь:</b> Применять методы системной биологии для выявления новых биомаркеров на основе результатов высокопроизводительного секвенирования и OMICS данных</p>  |
|   | <p><b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Применения программных средств и методов системной биологии для выявления новых биомаркеров на основе результатов высокопроизводительного секвенирования и OMICS данных</p> |

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

| Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий /<br>Формы промежуточной аттестации |                                       | Всего часов | Распределение часов по семестрам |
|---|---------------------------------------|-------------|----------------------------------|
|   |                                       |             | 3                                |
| <b>Учебные занятия</b>  |                                       |             |                                  |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</b>      |                                       | 72          | 72                               |
| Специализированное занятие (СЗ)   |                                       | 56          | 56                               |
| Лекционное занятие (ЛЗ)   |                                       | 12          | 12                               |
| Коллоквиум (К)  |                                       | 4           | 4                                |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:</b>                 |                                       | 52          | 52                               |
| Подготовка к учебным аудиторным занятиям  |                                       | 52          | 52                               |
| <b>Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:</b>                                     |                                       | 4           | 4                                |
| Зачет (З)   |                                       | 4           | 4                                |
| Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)   | в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА       | 128         | 128                              |
|   | в зачетных единицах: ОТД (в часах)/32 | 4.00        | 4.00                             |

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

#### 3 семестр

| № п/п                                      | Шифр компетенции                                | Наименование раздела (модуля), темы дисциплины                            | Содержание раздела и темы в дидактических единицах  |
|--|---|---|---|
| <b>Раздел 1. Анализ молекулярных сетей</b> |   |   |   |
| 1  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 1. Методы анализа ОМИКС данных: основные источники информации        | основные источники информации по ОМИКС данным   |
| 2  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 2. Методы анализа ОМИКС данных: анализ обогащения                    | Методы анализа ОМИКС данных. Анализ обогащения биологических путей  |
| 3  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 3. Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии | Анализ топологии направленных и ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней |
| 4  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 4. Построение и анализ сетей ко-экспрессии                           | Построение и анализ сетей ко-экспрессии   |
| 5  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 5. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети            | Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети  |
| 6  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 6. Методы анализа метаболических сетей                               | Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков   |
| 7  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 7. Основные источники информации по ОМИКС данным                     | Основные источники информации по ОМИКС данным   |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 8  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 8. Анализ обогащения функционально-связанных групп генов  | Анализ обогащения биологических путей  |
| 9  | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 9. Анализ обогащения функционально-связанных групп генов (продолжение темы)   | Анализ обогащения биологических путей  |
| 10 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 10. Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней                    | Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней                     |
| 11 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 11. Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней (продолжение темы) | Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней                     |
| 12 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 12. Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней                      | Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней.<br>Мастер-регуляторы |
| 13 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 13. Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней (продолжение темы)   | Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней.<br>Мастер-регуляторы |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 14 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 14. Построение и анализ сетей ко-экспрессии  | Построение и анализ сетей ко-экспрессии                     |
| 15 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 15. Построение и анализ сетей ко-экспрессии (продолжение темы)                     | Построение и анализ сетей ко-экспрессии                     |
| 16 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 16. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети                         | Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети      |
| 17 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 17. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети (продолжение темы)      | Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети      |
| 18 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 18. Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри                          | Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри       |
| 19 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 19. Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков                    | Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков |
| 20 | ПК-1.ИД1,<br>ПК-1.ИД2,<br>ПК-2.ИД1,<br>ПК-3.ИД1 | Тема 20. Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков (продолжение темы) | Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков |

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

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

#### 4. Тематический план дисциплины.

##### 4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем.

| № п/п  | Виды учебных занятий / форма промеж. аттестации | Период обучения (семестр)<br>Порядковые номера и наименование разделов.<br>Порядковые номера и наименование тем разделов.<br>Темы учебных занятий. | Количество часов контактной работы | Виды контроля успеваемости | Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации |    |    |
|--|---|--|------------------------------------|----------------------------|--|----|----|
|  |   |  |                                    |                            | КП   | ОК | РЗ |
| 1  | 2   | 3  | 4                                  | 5                          | 6  | 7  | 8  |
| <b>3 семестр</b>   |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| <b>Раздел 1. Анализ молекулярных сетей</b>                                       |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| <b>Тема 1. Методы анализа ОМИКС данных: основные источники информации</b>        |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| 1  | ЛЗ  | Методы анализа ОМИКС данных: основные источники информации   | 2                                  | Д                          | 1  |    |    |
| <b>Тема 2. Методы анализа ОМИКС данных: анализ обогащения</b>                    |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| 1  | ЛЗ  | Методы анализа ОМИКС данных: анализ обогащения   | 2                                  | Д                          | 1  |    |    |
| <b>Тема 3. Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии</b> |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| 1  | ЛЗ  | Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии  | 2                                  | Д                          | 1  |    |    |
| <b>Тема 4. Построение и анализ сетей ко-экспрессии</b>                           |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| 1  | СЗ  | Построение и анализ сетей ко-экспрессии  | 4                                  | Т                          | 1  |    | 1  |
| <b>Тема 5. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети</b>            |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| 1  | ЛЗ  | Моделирование динамики молекулярных сетей  | 2                                  | Д                          | 1  |    |    |
| <b>Тема 6. Методы анализа метаболических сетей</b>                               |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| 1  | ЛЗ  | Методы анализа метаболических сетей  | 2                                  | Д                          | 1  |    |    |
| <b>Тема 7. Основные источники информации по ОМИКС данным</b>                     |   |  |                                    |                            |  |    |    |
| 1  | СЗ  | Основные источники информации по ОМИКС данным  | 4                                  | Т                          | 1  |    | 1  |

|   |    |   |   |   |   |  |   |
|---|----|---|---|---|---|--|---|
| <b>Тема 8. Анализ обогащения функционально-связанных групп генов</b>  |    |   |   |   |   |  |   |
| 1   | СЗ | Анализ обогащения функционально-связанных групп генов   | 4 | Т | 1 |  | 1 |
| <b>Тема 9. Анализ обогащения функционально-связанных групп генов (продолжение темы)</b>   |    |   |   |   |   |  |   |
| 1   | СЗ | Анализ обогащения функционально-связанных групп генов (продолжение темы)  | 4 | Т | 1 |  | 1 |
| <b>Тема 10. Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней</b>                    |    |   |   |   |   |  |   |
| 1   | СЗ | Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней                    | 4 | Т | 1 |  | 1 |
| <b>Тема 11. Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней (продолжение темы)</b> |    |   |   |   |   |  |   |
| 1   | СЗ | Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней (продолжение темы) | 4 | Т | 1 |  | 1 |
| <b>Тема 12. Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней</b>                      |    |   |   |   |   |  |   |
| 1   | СЗ | Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней                      | 4 | Т | 1 |  | 1 |
| <b>Тема 13. Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней (продолжение темы)</b>   |    |   |   |   |   |  |   |

|  |    |   |   |   |   |   |   |
|--|----|---|---|---|---|---|---|
| 1  | СЗ | Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней (продолжение темы) | 4 | Т | 1 |   | 1 |
| <b>Тема 14. Построение и анализ сетей ко-экспрессии</b>  |    |   |   |   |   |   |   |
| 1  | ЛЗ | Построение и анализ сетей ко-экспрессии   | 2 | Д | 1 |   |   |
| <b>Тема 15. Построение и анализ сетей ко-экспрессии (продолжение темы)</b>                     |    |   |   |   |   |   |   |
| 1  | СЗ | Построение и анализ сетей ко-экспрессии (продолжение темы)  | 4 | Т | 1 |   | 1 |
| <b>Тема 16. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети</b>                         |    |   |   |   |   |   |   |
| 1  | СЗ | Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети  | 4 | Т | 1 |   | 1 |
| <b>Тема 17. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети (продолжение темы)</b>      |    |   |   |   |   |   |   |
| 1  | СЗ | Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети (продолжение темы)   | 4 | Т | 1 |   | 1 |
| <b>Тема 18. Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри</b>                          |    |   |   |   |   |   |   |
| 1  | СЗ | Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри   | 4 | Т | 1 |   | 1 |
| <b>Тема 19. Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков</b>                    |    |   |   |   |   |   |   |
| 1  | СЗ | Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков   | 4 | Т | 1 |   | 1 |
| <b>Тема 20. Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков (продолжение темы)</b> |    |   |   |   |   |   |   |
| 1  | СЗ | Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков (продолжение темы)  | 4 | Т | 1 |   | 1 |
| 2  | К  | Коллоквиум  | 4 | Р | 1 | 1 |   |

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины.

Формы проведения контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся

| <b>№ п/п</b> | <b>Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)</b> | <b>Виды работы обучающихся (ВРО)</b>           |
|--------------|--|--|
| 1            | Контроль присутствия (КП)  | Присутствие                                    |
| 2            | Опрос комбинированный (ОК)   | Выполнение заданий в устной и письменной форме |
| 3            | Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)  | Решение практической (ситуационной) задачи     |

#### **4.2. Формы проведения промежуточной аттестации**

3 семестр

1) Форма промежуточной аттестации - Зачет

2) Форма организации промежуточной аттестации -Контроль присутствия, Опрос комбинированный

## 5. Структура рейтинга по дисциплине

### 5.1. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы.

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.

3 семестр

| Виды занятий               |    | Формы текущего контроля успеваемости/виды работы |    | Кол-во контролей | Макс. кол-во баллов | Соответствие оценок рейтинговым баллам *** |     |      |      |        |
|----------------------------|----|--|----|------------------|---------------------|--|-----|------|------|--------|
|                            |    |  |    |                  |                     | ТК   | ВТК | Отл. | Хор. | Удовл. |
| Специализированное занятие | СЗ | Решение практической (ситуационной) задачи       | РЗ | 14               | 308                 | В  | Т   | 22   | 15   | 8      |
| Коллоквиум                 | К  | Опрос комбинированный                            | ОК | 1                | 700                 | В  | Р   | 700  | 467  | 234    |
| Сумма баллов за семестр    |    |  |    |                  | 1008                |  |     |      |      |        |

### 5.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 3 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

| Оценка  | Рейтинговый балл |
|---------|------------------|
| Зачтено | 600              |

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

**3 семестр**

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

1. Понятие об ОМИКС данных, их видах. Примеры ресурсов и баз данных.
2. Понятие о сигнальных и метаболических путях. Генная онтология. Примеры баз данных.
3. Понятие об «анализе обогащения». Примеры общедоступных инструментов.
4. Понятие о молекулярных сетях. Теория графов.
5. Сети белок-белковых взаимодействий. Взаимодействия между разными видами РНК. Тканеспецифичность молекулярных взаимодействий. Основные базы данных.
6. Основные свойства молекулярных сетей. Понятия «степень вершины», «хаб», «кратчайший путь», «связность» и «центральность».
7. Основные свойства молекулярных сетей. Понятие о модулях в сети и их связи друг с другом.
8. Предсказание генов (белков), связанных с заболеваниями, на основе анализа молекулярных сетей.
9. Методы анализа сигнальных (направленных) сетей. Понятие о «мастер-регуляторах».
10. Анализ взвешенных сетей ко-экспрессии генов. Основные понятия и этапы анализа.
11. Булевы сети. Основные этапы анализа. Понятие об аттракторах.
12. Сети Петри. Основные понятия.
13. Анализ баланса потоков. Основные этапы анализа.

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

### **Для подготовки к занятиям лекционного типа обучающийся должен**

внимательно прочитать материал предыдущей лекции;  
ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;  
внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;  
записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции

### **Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен**

внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;  
подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;  
выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;  
подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине

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

### 8.1. Перечень литературы по дисциплине:

| № п/п | Наименование, автор, год и место издания                         | Используется при изучении разделов | Количество экземпляров в библиотеке | Электронный адрес ресурсов |
|-------|--|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1     | 2  | 3                                  | 4                                   | 5                          |
| 1     | Введение в биоинформатику: [учебник для вузов], Леск А. М., 2015 | Анализ молекулярных сетей          | 28                                  |                            |

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

1. <http://eog.edu.ru> – портал электронных образовательных ресурсов
2. Научная электронная библиотека <https://www.elibrary.ru/>
3. [www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru) – сайт электронной библиотеки студента «Консультант студента»
4. <http://mon.gov.ru> – сайт Минобрнауки РФ
5. <http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование» (содержит каталог ссылок на интернет-ресурсы, электронные библиотеки по различным вопросам образования)
6. <http://www.prlib.ru> – сайт Президентской библиотеки
7. Национальная электронная библиотека Портал СИГЛА <https://rusneb.ru/>
8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
9. <https://www.kegg.jp/>
10. OMIM
11. Научная электронная библиотека PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
12. Reactome – регуляторные и сигнальные пути <http://www.reactome.org/>

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

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением
3. R Studio
4. Автоматизированная образовательная среда университета

5. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
6. MS Office (Excel)
7. Microsoft Office (Word)
8. MS Office (Power Point)
9. Adobe Acrobat

#### 8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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 (модуля):

| № п/п | Наименование оборудованных учебных аудиторий   | Перечень специализированной мебели, технических средств обучения   |
|-------|--|--|
| 1     | Аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения |  |
| 2     | Аудитории, оборудованные мультимедийными и иными средствами обучения   | Стол, Стулья, Компьютер персональный, Проектор мультимедийный, Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду, Компьютеры для обучающихся |
| 3     | Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации  | Стол, Стулья, Компьютеры для обучающихся, Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду  |
| 4     | Помещения для самостоятельной работы   | учебная мебель (столы, стулья),  |

|  |   |
|--|---|
| <p>обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации</p> | <p>компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду</p> |
|--|---|

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.

Приложение 1  
к рабочей программе  
дисциплины (модуля)

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)

\_\_\_\_\_

для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета /магистратуры (оставить нужное) по направлению подготовки (специальности) (оставить нужное) \_\_\_\_\_ (код и наименование направления подготовки (специальности)) направленность (профиль) « \_\_\_\_\_ » на \_\_\_\_\_ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ (Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_).

Заведующий \_\_\_\_\_ кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись)  
\_\_\_\_\_ (Инициалы и фамилия)

Приложение 2  
к рабочей программе  
дисциплины (модуля)

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

| Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Сокращённое наименование |             |
|--|--------------------------|-------------|
|  | Контроль присутствия     | Присутствие |
| Опрос комбинированный  | Опрос комбинированный    | ОК          |
| Решение практической (ситуационной) задачи                                 | Практическая задача      | РЗ          |

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации

| Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Сокращённое наименование |        |
|--|--------------------------|--------|
|  | Лекционное занятие       | Лекция |
| Специализированное занятие   | Специализированное       | СЗ     |
| Коллоквиум   | Коллоквиум               | К      |
| Зачет  | Зачет                    | З      |

Виды контроля успеваемости

| Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Сокращённое наименование          |                  |
|--|-----------------------------------|------------------|
|  | Текущий дисциплинирующий контроль | Дисциплинирующий |
| Текущий тематический контроль  | Тематический                      | Т                |
| Текущий рубежный контроль  | Рубежный                          | Р                |
| Промежуточная аттестация   | Промежуточная аттестация          | ПА               |