

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.08 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.08 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:

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

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: Элементы высшей математики; R, биостатистика; Биохимия; Биоинформатика; Информатика.

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

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Семестр 3

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ПК-4 Способен планировать и реализовывать проведение научных исследований в области медицинской биоинформатики и смежных областях	
ПК-4.ИД1 Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента.	Знать: Основные форматы файлов, основные алгоритмы и программы, используемые в анализе OMICS данных
	Уметь: Формировать постановку задачи для проведения научных и клинических системно-биологических исследований, направленных на анализ OMICS данных
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования программ для анализа OMICS данных в системно-биологических исследованиях
ПК-4.ИД2 Руководит научными исследованиями в области медицинской биоинформатики и смежных областях	Знать: Основные форматы файлов, основные алгоритмы и программы, используемые в анализе OMICS данных
	Уметь: Формировать постановку задачи для проведения научных и клинических системно-биологических исследований, направленных на анализ OMICS данных
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования программ для анализа OMICS данных в системно-биологических исследованиях
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: Основные законы физики, математики, биологии, основы физиологии, биохимии. Представление о сложных системах
	Уметь: Применять методы системной биологии для анализа биологических и медицинских систем
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Применения методов системной биологии в изучении биологических и медицинских систем

<p>УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению</p>	<p>Знать: основные методы системной биологии для анализа биологических и медицинских систем</p>
	<p>Уметь: определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации</p>
	<p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): владеть практическим опытом решения проблемной ситуации, проектировать процессы по их устранению</p>
<p>УК-1.ИД4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов.</p>	<p>Знать: Основные законы физики, математики, биологии, основы физиологии, биохимии. Представление о сложных системах</p>
	<p>Уметь: Разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p>
	<p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): В разработке и аргументации стратегии решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p>

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
			3
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		76	76
Специализированное занятие (СЗ)		56	56
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Коллоквиум (К)		4	4
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		64	64
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		64	64
Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:		4	4
Зачет (З)		4	4
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	144	144
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/36	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
Раздел 1. Анализ молекулярных сетей			
1	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 1. Методы анализа ОМИКС данных: основные источники информации	основные источники информации по ОМИКС данным
2	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 2. Методы анализа ОМИКС данных: анализ обогащения	Методы анализа ОМИКС данных. Анализ обогащения биологических путей
3	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 3. Построение и анализ сетей ко-экспрессии	Построение и анализ сетей ко-экспрессии
4	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 4. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети	Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети
5	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 5. Методы анализа метаболических сетей	Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков

6	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 6. Основные источники информации по ОМИКС данным	Основные источники информации по ОМИКС данным
7	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 7. Анализ обогащения функционально-связанных групп генов	Анализ обогащения биологических путей
8	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 8. Анализ обогащения функционально-связанных групп генов (продолжение темы)	Анализ обогащения биологических путей
9	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 9. 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
10	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 10. 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
11	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 11. 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. Мастер-регуляторы

12	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 12. 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. Мастер-регуляторы
13	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 13. Построение и анализ сетей ко-экспрессии	Построение и анализ сетей ко-экспрессии
14	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 14. Построение и анализ сетей ко-экспрессии (продолжение темы)	Построение и анализ сетей ко-экспрессии
15	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 15. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети	Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети
16	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 16. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети (продолжение темы)	Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети
17	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 17. Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри	Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри
18	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 18. Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри	Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри

19	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 19. Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков	Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков
20	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 20. Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков (продолжение темы)	Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков
21	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 21. Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии: ненаправленные сети	Анализ топологии ненаправленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней
22	УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-1.ИД4, ПК-4.ИД1, ПК-4.ИД2	Тема 22. Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии: направленные сети	Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней

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) Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем разделов. 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
3 семестр							
Раздел 1. Анализ молекулярных сетей							
Тема 1. Методы анализа ОМИКС данных: основные источники информации							
1	ЛЗ	Методы анализа ОМИКС данных: основные источники информации	2	Д	1		
Тема 2. Методы анализа ОМИКС данных: анализ обогащения							
1	ЛЗ	Методы анализа ОМИКС данных: анализ обогащения	2	Д	1		
Тема 3. Построение и анализ сетей ко-экспрессии							
1	СЗ	Построение и анализ сетей ко-экспрессии	4	Т	1		1
Тема 4. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети							
1	ЛЗ	Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети	2	Д	1		
Тема 5. Методы анализа метаболических сетей							
1	ЛЗ	Методы анализа метаболических сетей	2	Д	1		
Тема 6. Основные источники информации по ОМИКС данным							
1	СЗ	Основные источники информации по ОМИКС данным	4	Т	1		1
Тема 7. Анализ обогащения функционально-связанных групп генов							

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

1	СЗ	Анализ топологии направленных сетей для изучения патогенеза заболеваний и поиска потенциальных терапевтических мишеней (продолжение темы)	4	Т	1		1
Тема 13. Построение и анализ сетей ко-экспрессии							
1	ЛЗ	Построение и анализ сетей ко-экспрессии	2	Д	1		
Тема 14. Построение и анализ сетей ко-экспрессии (продолжение темы)							
1	СЗ	Построение и анализ сетей ко-экспрессии (продолжение темы)	4	Т	1		1
Тема 15. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети							
1	СЗ	Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети	4	Т	1		1
Тема 16. Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети (продолжение темы)							
1	СЗ	Моделирование динамики молекулярных сетей. Булевы сети (продолжение темы)	4	Т	1		1
Тема 17. Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри							
1	СЗ	Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри	4	Т	1		1
Тема 18. Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри							
1	ЛЗ	Моделирование динамики молекулярных сетей. Сети Петри	2	Д	1		
Тема 19. Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков							
1	СЗ	Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков	4	Т	1		1
Тема 20. Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков (продолжение темы)							

1	СЗ	Методы анализа метаболических сетей. Анализ баланса потоков (продолжение темы)	4	Т	1		1
Тема 21. Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии: ненаправленные сети							
1	ЛЗ	Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии: ненаправленные сети	2	Д	1		
Тема 22. Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии: направленные сети							
1	ЛЗ	Представление о молекулярных сетях и методах анализа их топологии: направленные сети	2	Д	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

№ п/п	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)	Виды работы обучающихся (ВРО)
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.

Зачетный билет для проведения зачёта

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)
Зачетный билет № _____

для проведения зачета по дисциплине Б.1.В.О.08 Системная биология
по программе Магистратуры
по направлению подготовки (специальности) 06.04.01 Биология
направленность (профиль) Медицинская биоинформатика

1. Понятие об ОМИКС данных, их видах. Примеры ресурсов и баз данных.
2. Булевы сети. Основные этапы анализа. Понятие об аттракторах.

Заведующий Лагунин Алексей Александрович
Кафедра биоинформатики МБФ

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

Для подготовки к коллоквиуму обучающийся должен

внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекций, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
подготовить доклад или презентацию, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

При подготовке к зачету необходимо

внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекций, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
подготовить доклад или презентацию, 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 – 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.prilib.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	Столы, Стулья, Компьютер персональный, Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду, Проектор мультимедийный, Компьютеры для обучающихся
3	Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду, Столы, Стулья, Компьютеры для обучающихся
4	Помещения для самостоятельной работы	учебная мебель (столы, стулья),

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

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