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)

Медико-биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан медико-биологического факультета
д-р биол. наук, проф.

_____ Е.Б. Прохорчук

«17» октября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.2 «БИОИНФОРМАТИКА»

для образовательной программы высшего образования -
программы магистратуры
по направлению подготовки
06.04.01. Биология

направленность (профиль) образовательной программы:
Медицинские нейротехнологии

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА" МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Подписано цифровой подписью: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА" МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва 2022 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.2 «Биоинформатика» (Далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры 06.04.01 Биология.

Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинские нейротехнологии.

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре биоинформатики (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом под руководством заведующего кафедрой Лагунина Алексей Александровича, доктора биологических наук, профессора РАН.

Составители:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Шилов Борис Владимирович	канд. мед. наук, доц.	Доцент кафедры биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2.	Лагунин Алексей Александрович	д-р биол. наук, проф.	Зав. кафедрой биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 8 от «6» июня 2022 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Мошковский Сергей Александрович	д-р биол. наук, проф.	зав. кафедрой биохимии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 2 от «17» октября 2022 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11.08.2020 № 934 (Далее – ФГОС ВО (3++)).

2) Общая характеристика образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология, профиль «Медицинские нейротехнологии».

3) Учебный план образовательной программы по направлению подготовки 06.04.01 Биология, профиль «Медицинские нейротехнологии».

4) Устав и локальные нормативные акты ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (далее – Университет).

© 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. Получение студентами основополагающих знаний о содержании и возможностях биоинформатики, о приложении методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач, в том числе, анализа сходства аминокислотных и нуклеотидных последовательностей, компьютерного моделирования и визуализации трёхмерных структур белков, анализ транскриптомных и геномных данных, что позволит в будущим молодым специалистам быстрее и эффективнее включиться в научно-исследовательскую работу, а также использовать результаты современных постгеномных технологий в диагностике и персонализированном лечении пациентов.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

– Изучение и формирование навыков работы с крупнейшими международными интернет ресурсами биомедицинских данных (NCBI, EMBL, UniProt).

– Формирование системных знаний по биоинформатике, связанных с анализом нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.

– Получение основных навыков по визуализации и моделированию трехмерных структур белков.

– Изучение основных понятий и формирование базовых навыков работы с результатами транскрипторных и геномных исследований полученных с использованием технологий секвенирования нового поколения.

– Формирование базовых навыков использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских и клинических задач, эффективной диагностики и персонализированного лечения пациентов.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б.1.О.2 «Биоинформатика» изучается в 1 семестре и относится к обязательной части Блока Б1 Дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины, формируемые предыдущим образованием: Иностранный язык, Математика, Информатика, Химия, Генетика, Биохимия.

Знания, умения и опыт практический деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Медицинская генетика, Молекулярная биология, Персонализированная медицина, а также следующих практик: Практика по профилю профессиональной деятельности (лаборантская практика), Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

1 семестр

Код и наименование компетенции		
Код и наименование индикатора достижения компетенции	**Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))**	
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 - Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности		
ОПК-1.ИД1 Использует фундаментальные биологические представления для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.	Знать:	о связи между аминокислотными и нуклеотидными последовательностями и их функциями.
	Уметь:	проводить анализ аминокислотных и нуклеотидных последовательностей.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	использования компьютерных программ и баз данных для анализа аминокислотных и нуклеотидных последовательностей.
ОПК-1.ИД2 Использует современные методы для решения профессиональных задач.	Знать:	основные понятия, подходы и методы анализа данных используемые в биоинформатике
	Уметь:	применять основные подходы и методы биоинформатики для решения прикладных биомедицинских.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач.
ОПК-2 - Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры.		
ОПК-2.ИД1 – Использует в профессиональной деятельности дисциплины, входящие в программу магистратуры.	Знать:	основные понятия, подходы и методы анализа данных используемые в биоинформатике
	Уметь:	применять основные подходы и методы биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	анализа качества данных, использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач.
ОПК-2.ИД2 Использует в своей работе практические навыки, полученные при обучении по программам магистратуры.	Знать:	способы представления, хранения и анализа нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.
	Уметь:	использовать интернет ресурсы и биоинформатические методы в биомедицинских исследованиях.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	работы с результатами транскрипторных и геномных исследований полученных с использованием технологий секвенирования нового поколения.
ОПК-6 - Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок.		
ОПК-6.ИД1 – Использует в профессиональной деятельности современные компьютерные технологии.	Знать:	современные компьютерные технологии используемые в биоинформатике.
	Уметь:	проводить анализ биоинформатических данных с использованием современных компьютерных технологий.
	Владеть	анализа биоинформатических данных с

	практическим опытом (трудовыми действиями):	использованием современных компьютерных технологий.
ОПК-6.ИД2 – Использует профессиональные базы данных при обработке и интерпретации данных, полученных в ходе экспериментальных исследований.	Знать:	содержимое крупнейших международных интернет ресурсов биомедицинских данных (NCBI, EMBL).
	Уметь:	использовать крупнейшие международные интернет ресурсы биомедицинских данных (NCBI, EMBL) для решения прикладных биомедицинских и клинических задач, эффективной диагностики и персонализированного лечения пациентов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	работы с крупнейшими международными интернет ресурсами биомедицинских данных (NCBI, EMBL).
ОПК-6.ИД3 – Оформляет и представляет результаты новых разработок.	Знать:	форматы представления биоинформатикческих данных и способы их представления.
	Уметь:	использовать форматы представления биоинформатикческих данных для оформления и представления результатов исследований.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	представления биоинформатикческих данных для оформления и представления результатов исследований.
ОПК-8 - Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.		
ОПК-8.ИД1 – Осуществляет сбор и обработку первичных данных с использованием современной исследовательской аппаратуры и программного обеспечения.	Знать:	основные типы первичных протеомных, транскриптомных и геномных данных, методы их обработки и анализа.
	Уметь:	анализировать первичные данные протеомных, транскриптомных и геномных исследований.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	извлечения и обработки первичных биоинформатических данных, представленных в общедоступных биоинформатических ресурсах.
ОПК-8.ИД2 – Использует современной исследовательскую аппаратуру для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.	Знать:	основные компьютерные программы и базы данных, используемые в биоинформатике.
	Уметь:	использовать основные компьютерные программы и базы данных, используемые в биоинформатике.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	использования основных компьютерных программ и баз данных, используемых в биоинформатике.

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							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Учебные занятия										
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		**70**	**70**							
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16							
Семинарское занятие (СЗ)		48	48							
Практическое занятие (ПЗ)										
Практикум (П)										
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)										
Лабораторная работа (ЛР)										
Клинико-практические занятие (КПЗ)										
Специализированное занятие (СПЗ)										
Комбинированное занятие (КЗ)										
Коллоквиум (К)		6	6							
Контрольная работа (КР)										
Итоговое занятие (ИЗ)										
Групповая консультация (ГК)										
Конференция (Конф.)										
Иные виды занятий										
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.		**74**	**74**							
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		74	74							
Подготовка истории болезни										
Подготовка курсовой работы										
Подготовка реферата										
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)										
Промежуточная аттестация										
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:										
Зачёт (З)										
Защита курсовой работы (ЗКР)										
Экзамен (Э)										
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.										
Подготовка к экзамену										
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	**в часах:** ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	**144**	**144**							
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	**4**	**4**							

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
1.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-6.ИД1 ОПК-6.ИД2 ОПК-6.ИД3 ОПК-8.ИД1 ОПК-8.ИД2	Раздел 1. Введение в биоинформатику	История возникновения биоинформатики как науки. Современные взгляды на биоинформатику, ее возможности и перспективы. Базовые направления биоинформатики: геномика и протеомика. Специфика работы с биологическими данными. Методология использования подходов биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных задач. Оптимизация поиска научной информации с помощью PubMed. Базы данных Entrez, GeneBank, EBI, EMBL, DDBJ и др., модель данных NCBI, основа формирования данных, типы данных для описания объектов (статей, последовательностей ДНК, белков, данные изменения генной экспрессии) в БД, структура записей в файлах (ключевые слова, сокращения и т.п.), форматы представления данных (Fasta, и др.), особенности представления данных в базах данных. Основные биоинформатические базы данных: NCBI (RefSeq, OMIM, Nucleotide, Gene, Protein, UniGene); EMBL, UniProt, PDB, KEGG. Геномные браузеры (NCBI Map Viewer, UCSC).
2.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-6.ИД1 ОПК-6.ИД2 ОПК-6.ИД3 ОПК-8.ИД1 ОПК-8.ИД2	Раздел 2. Парное и множественное выравнивание.	Выравнивания последовательностей. Цели и типы выравниваний. Парное выравнивание. Fasta, BLAST (Basic Local Alignment Search Tool). Принципы выравнивания последовательностей. Понятие гомологии. Ортологи и паралоги. Расчёт оценки выравнивания (Score). Сходство последовательностей (идентичность, консервативность). Матрицы замен (PAM, BLOSUM). Глобальное и локальное выравнивание. Оптимизация выравнивания. Методы парного выравнивания (алгоритмом Ниделмана-Вунша, динамическое программирование, алгоритм Смита-Уотермана). BLAST (интерфейс, алгоритм). Инструмент для поиска удаленных эволюционных взаимоотношений PSI-BLAST. Множественные выравнивания. БД NCBI HomoloGene. Алгоритмы и параметры множественного выравнивания. Программы для проведения множественного выравнивания решение задач множественного выравнивания с помощью программ ClustalW, Praline, Probcons, MUSCLE, TCoffee. Использование метода скрытых марковских моделей для множественного выравнивания последовательностей. Домены и профили. Регулярные выражения. БД для поиска мотивов в белках PROSITE. БД по анализу белковых семейств PFAM.
3.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-6.ИД1 ОПК-6.ИД2 ОПК-6.ИД3 ОПК-8.ИД1 ОПК-8.ИД2	Раздел 3. Филогенетический анализ и молекулярная эволюция	Филогения и эволюционные деревья. Подходы к изучению филогенеза, видового разнообразия и эволюционных взаимоотношений на основе геномных и протеомных исследований. Современные принципы биологической таксономии. Филогенетические модели и анализ данных. Сравнительный анализ геномов в филогенетических исследованиях. Источники изменчивости генетической информации (делеции, дупликации, рекомбинации, инверсии, транслокации, перемещения мобильных генетических элементов горизонтальный перенос генетической информации, геномные мутации). Транзиции и трансверсии. Факторы эволюции генетических систем. Генетическая и эпигенетическая наследственность. Принципы определения филогенетического родства и эволюционных взаимоотношений. Концепция молекулярных часов. Филогенетические деревья. Алгоритмы построения

			филогенетических деревьев. Топология деревьев. MEGA – программа для филогенетического анализа последовательностей.
4.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-6.ИД1 ОПК-6.ИД2 ОПК-6.ИД3 ОПК-8.ИД1 ОПК-8.ИД2	Раздел4. Структурная биоинформатика	Структура белка (вторичная, третичная, четвертичнаая). Методы получения трех-мерной структуры белка. PDB. Структура PDB файла. Базы данных трехмерных структур (CATH, Dali, SCOP, FSSP, NCBI Structure, NCBI CDD). Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST). Изучение свойств белковых молекул при помощи программы PyMol. Методы предсказания белковых структур по последовательностям аминокислот. Моделирование трехмерной структуры белка методом гомологического моделирования в программе Modeller.
5.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-6.ИД1 ОПК-6.ИД2 ОПК-6.ИД3 ОПК-8.ИД1 ОПК-8.ИД2	Раздел 5. NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	Современные принципы работы с целым геномом. Важнейшие задачи поиска в секвенированном геноме. Нерешенные задачи и перспективы. Сбор-ка геномов. Инструменты для анализа качества результатов секвенирования. Инструменты для сборки и работы с геномом
6.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-6.ИД1 ОПК-6.ИД2 ОПК-6.ИД3 ОПК-8.ИД1 ОПК-8.ИД2	Раздел 6. Анализ РНК и экспрессии генов	Микрочипы (microarrays) и анализ профилей экс-прессии генов. Технология RNASeq. База данных NCBI UniGene, GEO (Gene Expression Omnibus) - базы данных по экспрессии генов. БД EBI: Array Express и Expression Atlas. Решение задач поиска достоверно гипер- и гипо- экспрессируемых генов. Принципы нахождения координированных взаимоотношений между генами (генных сетей). Использование языка R для обработки результатов транскриптомных данных. Предварительная обработка и нормализация данных. Диаграммы рассеяния. Статистический анализ микроэррейных данных. Статистический анализ RNASeq данных. Построение тепловой карты из-менения генной экспрессии.
7.	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-2.ИД1 ОПК-2.ИД2 ОПК-6.ИД1 ОПК-6.ИД2 ОПК-6.ИД3 ОПК-8.ИД1 ОПК-8.ИД2	Раздел 7. Протеомика и метаболомика	Биоинформатика для протеомных исследований. Вычисление массы и изоэлектрической точки белка. Протеолитические пептиды. Базы данных SWISS-2DPAGE, PeptideAtlas, Human Proteome Atlas, NeXtProt.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрено.

4. Тематический план дисциплины

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

№ п/п	Виды учебных занятий/ форма промежуточной аттестации	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (*при наличии*). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной	Виды текущего контроля успев.**	Формы текущего контроля успеваемости					
					РЗ	ОУ	КП	ТЭ		
1 семестр										
	Раздел 1. **Введение в биоинформатику**		**14**							
1.1	*ЛЗ*	Введение в биоинформатику. Основные биоинформатические ресурсы и базы данных.	2	Д			+			
1.2	*СЗ*	Работа с базами данных NCBI (RefSeq, Nucleotide, Gene, Protein).	3	Т	+		+			
1.3	*СЗ*	Базы данных OMIM, UniProt, KEGG, Gene Ontology.	3	Т	+		+			
1.4	*СЗ*	eUtilites – доступ к базам данных NCBI	3	Т	+		+			
1.5	*СЗ*	Геномный браузер UCSC	3	Т	+		+			
	Раздел 2. **Парное и множественное выравнивание.**		**13**							
2.1	*ЛЗ*	Принципы выравнивания последовательностей. Матрицы замен. Понятие гомологии. BLAST	2	Д			+			
2.2	*ЛЗ*	PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Профили. Домены. Базы данных PROSITE и PFAM.	2	Д			+			
2.3	*СЗ*	Парное выравнивание	3	Т	+		+			
2.4	*СЗ*	BLAST	3	Т	+		+			
2.5	*СЗ*	PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Базы данных PROSITE и PFAM.	3	Т	+		+			
	Раздел 3. **Филогенетический анализ и молекулярная эволюция**		**5**							
3.1	*ЛЗ*	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция	2	Д			+			
3.2	*СЗ*	Филогения. База данных NCBI HomoloGene. MEGA –программа для филогенетического анализа последовательностей.	3	Т	+		+			
	Раздел4. **Структурная биоинформатика**		**14**							
4.1	*ЛЗ*	Структурная биоинформатика	2	Д			+			
4.2	*СЗ*	Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST).	3	Т	+		+			
4.3	*СЗ*	Визуализация 3D структур с использованием PyMol. Изучение свойств белковых молекул при помощи программы PyMol.	3	Т	+		+			
4.4	*СЗ*	Моделирование трехмерной структуры белка методом гомологического моделирования в программе Modeller.	3	Т	+		+			
4.5	*К*	Коллоквиум по разделам 1-4	3	Р		+	+	+		

	Раздел 5. **NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.**		**5**							
5.1	*ЛЗ*	NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	2	Д			+			
5.2	*СЗ*	Анализ качества данных секвенирования. Сборка генома.	3	Т	+		+			
	Раздел 6. **Анализ РНК и экспрессии генов**		**11**							
6.1	*ЛЗ*	Анализ РНК и экспрессии генов	2	Д			+			
6.2	*СЗ*	Биоинформатические подходы к анализу РНК.	3	Т	+		+			
6.3	*СЗ*	Использование языка R для обработки результатов данных микрочипов.	3	Т	+		+			
6.4	*СЗ*	Использование языка R для обработки результатов данных RNASeq.	3	Т	+		+			
	Раздел 7. **Протеомика и метаболомика**		**8**							
7.1	*ЛЗ*	Анализ протеомных и метаболомных данных	2	Д			+			
7.2	*СЗ*	Биоинформатика для протеомных исследований. Вычисление массы и изоэлектрической точки белка. Протеолитические пептиды. Базы данных SWISS-2DPAGE, PeptideAtlas, Human Proteome Atlas, NeXtProt.	3	Т	+		+			
7.3	*К*	Коллоквиум по разделам 5-7	3	Р		+	+	+		
		Всего за семестр:	**70**							
		Всего по дисциплине:	**70**							

Условные обозначения:
Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	**Сокращённое наименование**	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Практическое занятие	Практическое	ПЗ
Практикум	Практикум	П
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Лабораторная работа	Лабораторная работа	ЛР
Клинико-практические занятие	Клинико- практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Комбинированное занятие	Комбинированное	КЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Контрольная работа	Контр. работа	КР
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Зачёт	Зачёт	З
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	**Сокращённое наименование**	**Содержание**

Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам) дисциплины

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

№	**Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)** ***	**Техническое и сокращённое наименование**		**Виды работы обучающихся (ВРО)** ***	**Типы контроля**
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие
3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПКН)	Проверка нормативов	ПКН	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

5.1. Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины

Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения дисциплины – согласно п. 1.3. и содержанием дисциплины – согласно п.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины (см. п. 4.1).

5.3. Критерии, показатели и оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.3.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Участие (дополнительный контроль)	У	дифференцированный
Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР)	И	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	**Сокращённое наименование**		**Содержание**
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

1 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы						
				ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
Практическое занятие	СЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Практическая задача	ОУ	В	Т	10	0	1
Коллоквиум	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	30	0	1
		Тестирование	ОП	В	Р	20	0	1

5.3.3. Весовые коэффициенты текущего контроля успеваемости обучающихся (по видам контроля и видам работы)

1 семестр

Вид контроля	План %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы	ТК	План %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	10	26	9.42	Контроль присутствия	П	10	26	9.42	0.38
Текущий тематический контроль	60	150	54.4	Выполнение лабораторной работы	В	60	150	54.4	0.4
Текущий рубежный (модульный) контроль	30	100	36.2	Опрос устный	В	10	40	14.5	0.25
				Опрос письменный	В	10	60	21.7	0.17
Max кол. баллов	100	276							

5.4. Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины

Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (см. п. 5.3.2) подготавливаются кафедрой и объявляются преподавателем накануне проведения текущего контроля успеваемости.

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

1 семестр
1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.
2) Форма организации промежуточной аттестации:
– на основании семестрового рейтинга

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины

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

1 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме зачёта

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, как правило на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме зачета, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Освоение обучающимися учебной дисциплины «Биоинформатика» складывается из контактной работы, включающей занятия лекционного типа (лекции) и занятия семинарского типа (семинарские занятия, коллоквиумы), а также самостоятельной работы. Контактная работа с обучающимися предполагает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям лекционного типа (лекциям) 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.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью обучения и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций или учебных фильмов), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование и реферирование, перевод текстов, составление профессиональных глоссариев;
- подготовки тематических сообщений и выступлений;
- выполнения письменных контрольных работ.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине «Биоинформатика» осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия – коллоквиума. Текущий контроль включает в себя текущий тематический контроль и текущий рубежный (модульный) контроль.

Для подготовки к текущему тематическому контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю бучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

Промежуточная аттестация в форме зачета по дисциплине «Биоинформатика» проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре.

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

9.1. Литература по дисциплине:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2	3	4
1	Введение в биоинформатику [Текст] : [учеб. для вузов] / А. Леск ; пер. с англ. под ред. А. А. Миронова, В. К. Швядоса. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 318 с.	20	
2	Молекулярное моделирование [Электронный ресурс] : теория и практика : пер. с англ. / Х.-Д. Хельтье [и др.]. – 3-е изд. (эл.). – Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. – 322 с. - Режим доступа:		http://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4x?usr_data=access(2m

	http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp.		ed,0YI8ELM6704SLM6S-X097,ISBN9785996324019,1,lms0ylsqdku,ru,ru)

Книгообеспеченность образовательной программы представлена по ссылке https://rsmu.ru/library/resources/knigoobespechennost/

9.2. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, профессиональные базы данных

1. http://eor.edu.ru – портал электронных образовательных ресурсов
2. http://www.elibrary.ru – сайт научной электронной библиотеки
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.prlib.ru – сайт Президентской библиотеки
7. http://www.rusneb.ru – сайт национальной электронной библиотеки
8. ChEMBL – экспериментальные данные об активности низкомолекулярных веществ https://www.ebi.ac.uk/chembl/
9. UCSC (https://genome.ucsc.edu/) – геномный браузер UCSC
10. NCBI dbGaP – данные о генотипах и фенотипах http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gap
11. NCBI EST – ярлыки экспрессированных последовательностей http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucest/
12. NCBI Gene – информация о генах http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene
13. Genome Project – информация о проекте Геном https://www.genome.gov/10001772/all-about-the--human-genome-project-hgp/
14. NCBI Genome –целые геномные последовательности http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/
15. NCBI GEO DataSets – экспериментальные множества экспрессий БД GEO http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gds
16. NCBI GEO Profiles – экспрессионные профили http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geoprofiles/
17. NCBI HomoloGene – эукариотические гомологичные группы http://www.ncbi.nlm.nih.gov/homologene
18. KEGG – коллекция баз данных по сигнальным и регуляторным путям http://www.genome.jp/kegg/
19. NCBI Nucleotide – набор нуклеотидных последовательностей http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore
20. OMIM – менделевское наследование признаков у людей http://www.omim.org/
21. PFAM - семейства белков с аннотациями и множественным выравниванием последовательностей сгенерированном с использованием скрытых марковских моделей http://pfam.xfam.org/
22. PROSITE – белковые семейства и домены http://prosite.expasy.org/
23. NCBI Protein – белковые последовательности http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein
24. Protein Data Bank (PDB) – база данных по 3D структурам макромолекул http://www.rcsb.org
25. PubChem – биоактивные химические соединения https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/
26. PubMed – биомедицинская литература, цитаты и абстракты http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed
27. Reactom – регуляторные и сигнальные пути http://www.reactome.org/

28. NCBI RefSeq – референтные последовательности http://www.ncbi.nlm.nih.gov/refseq/
29. NCBI ClinVar – связь геномных вариаций со здоровьем человека http://www.ncbi.nlm.nih.gov/clinvar/
30. NCBI dbSNP – единичные полиморфизмы http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP/
31. NCBI Structure – трехмерные макромолекулярные структуры http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure
32. NCBI Taxonomy – систематика организмов, представленных в GeneBank http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy
33. NCBI UniGene – кластеры последовательностей транскриптов http://www.ncbi.nlm.nih.gov/unigene
34. UniProt – информация о белках http://www.uniprot.org/
35. Базы данных European Bioinformatics Institute (EBI) http://www.ebi.ac.uk/

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

1. Автоматизированная образовательная среда университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
3. Наличием свободно распространяемого установленного программного обеспечения, связанного с разделом биоинформатика (Mega, PyMol, RStudio).
4. Microsoft Office Word
5. Microsoft Office Excel
6. Adobe Acrobat

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием.
2. Учебная комната, расположенная в помещениях Университета.
3. Мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран).
4. Наборы мультимедийных наглядных материалов по различным разделам учебной дисциплины.

Организация обеспечена 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 и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Заведующий кафедрой А.А. Лагунин

	Содержание	Стр.

1.	Общие положения	4
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	7
3.	Содержание дисциплины (модуля)	8
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	10
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)	13
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	14
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	15
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	15
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	16