

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

«28» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.В.1.1 «АЛГОРИТМЫ БИОИНФОРМАТИКИ»

для образовательной программы высшего образования -
программы специалитета
по специальности

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

специализация: Биомедицина

Москва 2023 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.1.1 «Алгоритмы биоинформатики» (Далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

Специализация: Биомедицина.

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	Доцент кафедры биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2.	Лагунин Алексей Александрович	д-р биол. наук, проф. РАН	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 «26» июня 2023 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Кузиков Алексей Александрович	канд. биол. наук, доцент	и.о. зав. кафедрой биохимии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 7 от «28» июня 2023 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология (уровень специалитет), утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27.07.2021 № 675 (далее ФГОС3++).

2) Общая характеристика образовательной программы.

3) Учебный план образовательной программы.

4) Устав и локальные нормативные акты Университет.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Получение студентами основополагающих знаний и практических навыков в области алгоритмов биоинформатики с использованием языка программирования Python. Задания направлены на решение известных проблем биологии с помощью создания различных алгоритмов биоинформатики.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- Формирование навыков работы программирования на скриптовом языке Python.
- Создание алгоритмов и программ в области биоинформатики.
- Решение известных проблем биологии с помощью реализации различных алгоритмов биоинформатики на языке Python.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б.1.В.В.1.1 «Алгоритмы биоинформатики» изучается в 7 и 8 семестрах и относится к дисциплинам по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины, формируемые предыдущим образованием: Иностранный язык, Высшая математика, Органическая химия, Генетика, Биохимия, Информатика, Биоинформатика, Теория вероятности и математическая статистика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Медицинская биоинформатика и функциональная геномика; Системная биология; Иммунобиоинформатика, Клиническая биоинформатика, а также практик: Практика по профилю профессиональной деятельности (специализация); Технологическая (Лаборантская), Технологическая (специализация); Преддипломная, НИР

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

7 семестр

Код и наименование компетенции			
Код и индикатора компетенции	наименование достижения	Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК- 1 Способен применять знания разнообразия живых объектов различных уровней организации и умение работать с ними в полевых и лабораторных условиях для решения инновационных задач в сфере инновационной деятельности с привлечением при необходимости методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования			
ОПК-1.ИД3	Использует при необходимости методы структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	Знать:	Основные принципы построения алгоритмов. Особенности алгоритмов, применяемых при решении задач биоинформатики.
		Уметь:	Использовать подходы с применением разных алгоритмов для решения задач биоинформатики.
		Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Применения некоторых алгоритмов для решения вычислительных задач, основанных на реальных примерах.
ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности			
ОПК-2.ИД2	Использует физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных в своей профессиональной деятельности	Знать:	Принципы применения алгоритмов в области решения задач, связанных с биоинформатикой.
		Уметь:	Использовать основные алгоритмы и уметь адекватно ставить задачи с применением алгоритмов в биоинформатике
		Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Использовать алгоритмы, применимые в области биоинформатики и реализовывать их на языке программирования при решении конкретных задач

8 семестр

Код и наименование компетенции		Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
Код и наименование индикатора компетенции	наименование достижения	Общепрофессиональные компетенции	
		ОПК- 1 Способен применять знания разнообразия живых объектов различных уровней организации и умение работать с ними в полевых и лабораторных условиях для решения инновационных задач в сфере инновационной деятельности с привлечением при необходимости методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	
		ОПК-1.ИДЗ	Использует при необходимости методы структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования
			Знать:
		Уметь:	Использовать подходы с применением разных алгоритмов для решения задач биоинформатики.
		Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Применения некоторых алгоритмов для решения вычислительных задач, основанных на реальных примерах.
		ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила	

биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности		
ОПК-2.ИД2 Использует физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных в своей профессиональной деятельности	Знать:	Принципы применения алгоритмов в области решения задач, связанных с биоинформатикой.
	Уметь:	Использовать основные алгоритмы и уметь адекватно ставить задачи с применением алгоритмов в биоинформатике
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Использовать алгоритмы, применимые в области биоинформатики и реализовывать их на языке программирования при решении конкретных задач

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	9	10	11	12
Учебные занятия														
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		140							70	70				
Лекционное занятие (ЛЗ)		32							16	16				
Семинарское занятие (СЗ)														
Практическое занятие (ПЗ)		102							48	51				
Практикум (П)														
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)														
Лабораторная работа (ЛР)														
Клинико-практические занятия (КПЗ)														
Специализированное занятие (СПЗ)														
Комбинированное занятие (КЗ)														
Коллоквиум (К)		9							6	3				
Контрольная работа (КР)														
Итоговое занятие (ИЗ)														
Групповая консультация (ГК)														
Конференция (Конф.)														
Иные виды занятий														
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.		76							38	38				
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		76							38	38				
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)		9								9				
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.														
Подготовка к экзамену		27								27				
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	252							108	144				
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	7							3	4				

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

7,8 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
1.	ОПК-1.ИД3 ОПК-2.ИД2	Раздел 1. Python, основы работы, написание программ. Среда программирования.	Работа в командной строке. Установка python, использование сред программирования (на примере PyCharm и Spyder). Работа с Jupyter Notebook и Google Colab. Создание простых сценариев. Основные конструкции языка. Переменные, правила именования и типы данных. Работа с файлами. Объектная ориентированность Python. Ключевые слова, комментарии, docstring. Функции вывода, ввода и импорта. Операторы в python. Управление потоком выполнения программ. Создание собственных функций, аргументы функций. Использование библиотек, пакетов и модулей python.
2.	ОПК-1.ИД3 ОПК-2.ИД2	Раздел 2. Использование biopython для решения задач биоинформатики.	Библиотека biopython (общий обзор). Парсинг разных файловых форматов биологических данных. Программный доступ к общедоступным биологическим базам. Биологическая последовательность как объект исследования биоинформатики. Операции с последовательностями. Аннотации последовательностей. Ввод-вывод последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей в biopython. Использование BLAST и других инструментов поиска выравниваний в biopython. Доступ к базам данных NCBI. Работа с данными из Swiss-Prot и ExPASy. Работа с трехмерными моделями, PDB-модуль. Анализ мотивов последовательностей с использованием Bio.motifs. Филогенетические исследования с Bio.Phylo.
3.	ОПК-1.ИД3 ОПК-2.ИД2	Раздел 3. Алгоритмы биоинформатики	Поиск точки Ori. Репликация кольцевого генома. Скрытые сообщения в точке начала репликации (DnaA-box, задача из рассказа «Золотой жук», подсчет слов и проблема частоты слов, часто встречающиеся слова в геноме <i>Vibrio cholerae</i>). Поиск в обоих направлениях чтения. Поиск скрытых сообщений в разных геномах. Проблема поиска скопления скрытых сообщений. Репликация ДНК и ее асимметрия. Поиск DnaA-box у <i>E.coli</i> . Сложность предсказания oriC. Роль ДНК паттерна и молекулярные часы. Методы и принципы поиска мотивов и регуляторных областей ДНК. Принципы сборки генома. Проблема восстановления строки из перекрывающихся фрагментов. Исследование антибиотиков. Принципы формирования антибиотика (как пептиды кодируются в геноме, где в геноме <i>Bacillus brevis</i> закодирован Tyrocidine, линейные и циклические пептиды). Секвенирование циклопептидов. Сравнение биологических последовательностей. Расшифровка нерибосомального кода (от сравнения белков к нерибосомальному коду, функционирование онкогенов и ростовых факторов). Выравнивание последовательностей (основы и подходы). Введение в динамическое программирование: проблема замен. Обратный проход (backtracking) и граф выравнивания. Баллы за выравнивание. Глобальное и локальное выравнивание. Хрупкие регионы в геноме человека. Мышь и человек (в чем отличие геномов, развороты (инверсии), горячие точки геномных перестроек). Случайная перестройка – модель хромосомной эволюции. Сортировка по инверсиям. Точки останова - breakpoints (сортировка по инверсиям с потерей точек останова).

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	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля часов **	Формы текущего контроля успеваемости					
					РЗ	ОУ	КП	ТЭ		
7 семестр										
	Раздел 1. Python, основы работы, написание программ. Среда программирования.		24							
1.1	ЛЗ	Алгоритмы, их применение. Реализация алгоритмов, часть 1	2	Д			+			
1.2	ЛЗ	Алгоритмы, их применение. Реализация алгоритмов, часть 2	2	Д			+			
1.3	ЛЗ	Скриптовые языки программирования. Основные конструкции языка python, часть 1	2	Д			+			
1.4	ПЗ	Работа в командной строке. Установка python, использование сред программирования (на примере PyCharm и Spyder).	3	Т	+		+			
1.5	ПЗ	Управление потоком выполнения программ.	3	Т	+		+			
1.6	ПЗ	Использование библиотек, пакетов и модулей python. NumPy, SciPy	3	Т	+		+			
1.7	ПЗ	Использование библиотек, пакетов и модулей python. Pandas	3	Т	+		+			
1.8	ПЗ	Объектная ориентированность Python.	3	Т	+		+			
1.9	К	Коллоквиум по разделу 1	3	Р		+	+	+		
	Раздел 2. Использование biopython для решения задач биоинформатики.		46							
2.1	ЛЗ	Библиотека biopython (общий обзор). Биологическая последовательность как объект исследования биоинформатики.	2	Д			+			
2.2	ЛЗ	Библиотека biopython. Использование в разделах биоинформатики, часть 1	2	Д			+			
2.3	ЛЗ	Библиотека biopython. Использование в разделах биоинформатики, часть 2	2	Д			+			
2.4	ЛЗ	Библиотека biopython. Использование в разделах биоинформатики, часть 3	2	Д			+			

2.5	ЛЗ	Библиотека biopython. Использование в разделах биоинформатики, часть 4	2	Д			+			
2.6	ЛЗ	Парсинг разных файловых форматов биологических данных.	3	Т	+		+			
2.7	ЛЗ	Программный доступ к общедоступным биологическим базам.	3	Т	+		+			
2.8	ЛЗ	Операции с последовательностями. Аннотации последовательностей.	3	Т	+		+			
2.9	ЛЗ	Ввод-вывод последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей в biopython.	3	Т	+		+			
2.1 0	ЛЗ	Использование BLAST и других инструментов поиска выравниваний в biopython.	3	Т	+		+			
2.1 1	ЛЗ	Доступ к базам данных NCBI.	3	Т	+		+			
2.1 2	ЛЗ	Работа с данными из Swiss-Prot и ExPASy.	3	Т	+		+			
2.1 3	ЛЗ	Работа с трехмерными моделями, PDB-модуль. Ч.1	3	Т	+		+			
2.1 4	ЛЗ	Работа с трехмерными моделями, PDB-модуль. Ч.2	3	Т	+		+			
2.1 5	ЛЗ	Анализ мотивов последовательностей с использованием Bio.motifs.	3	Т	+		+			
2.1 6	ЛЗ	Филогенетические исследования с Bio.Phylo.	3	Т	+		+			
2.1 7	К	Коллоквиум по разделу 2	3	Р		+	+			
		Всего за семестр:	70							
Семестр 8										
		Раздел 3. Алгоритмы биоинформатики	70							
3.1	ЛЗ	Задачи биоинформатики. Поиск точки Ori. Репликация кольцевого генома.	2	Д			+			
3.2	ЛЗ	Задачи биоинформатики. Поиск скрытых сообщений в разных геномах. Проблема поиска скопления скрытых сообщений. Репликация ДНК и ее асимметрия.	2	Д			+			
3.3	ЛЗ	Задачи биоинформатики. Роль ДНК паттерна и молекулярные часы. Методы и принципы поиска мотивов и регуляторных областей ДНК.	2	Д			+			
3.4	ЛЗ	Задачи биоинформатики. Выравнивание последовательностей (основы и подходы). Введение в динамическое программирование	2	Д			+			
3.5	ЛЗ	Задачи биоинформатики. Выравнивание последовательностей (основы и подходы), часть 2	2	Д			+			
3.6	ЛЗ	Задачи биоинформатики. Выравнивание последовательностей (основы и подходы), часть 3	2	Д			+			
3.7	ЛЗ	Задачи биоинформатики. Выравнивание последовательностей (основы и подходы), часть 4	2	Д			+			
3.8	ЛЗ	Задачи биоинформатики. Выравнивание последовательностей	2	Д			+			

		(основы и подходы), часть 5								
3.9	ПЗ	Поиск точки Ori. Репликация кольцевого генома. Поиск в обоих направлениях чтения. Поиск скрытых сообщений в разных геномах.	3	Т	+		+			
3.1 0	ПЗ	Поиск точки Ori, часть 2	3	Т	+		+			
3.1 1	ПЗ	Скрытые сообщения в точке начала репликации (DnaA-box, задача из рассказа «Золотой жук».	3	Т	+		+			
3.1 2	ПЗ	Подсчет слов и проблема частоты слов, часто встречающиеся слова в геноме <i>Vibrio cholerae</i>).	3	Т	+		+			
3.1 3	ПЗ	Проблема поиска скопления скрытых сообщений. Репликация ДНК и ее асимметрия.	3	Т	+		+			
3.1 4	ПЗ	Поиск DnaA-box у <i>E.coli</i> . Сложность предсказания oriC.	3	Т	+		+			
3.1 5	ПЗ	Роль ДНК паттерна и молекулярные часы.	3	Т	+		+			
3.1 6	ПЗ	Методы и принципы поиска мотивов и регуляторных областей ДНК.	3	Т	+		+			
3.1 7	ПЗ	Принципы сборки генома.	3	Т	+		+			
3.1 8	ПЗ	Проблема восстановления строки из перекрывающихся фрагментов.	3	Т	+		+			
3.1 9	ПЗ	Исследование антибиотиков. Принципы формирования антибиотика (как пептиды кодируются в геноме, где в геноме <i>Bacillus brevis</i> закодирован Tyrocidine, линейные и циклические пептиды).	3	Т	+		+			
3.2 0	ПЗ	Секвенирование циклопептидов.	3	Т	+		+			
3.2 1	ПЗ	Сравнение биологических последовательностей. Расшифровка нерибосомального кода (от сравнения белков к нерибосомальному коду, функционирование онкогенов и ростовых факторов).	3	Т	+		+			
3.2 2	ПЗ	Выравнивание последовательностей (основы и подходы). Введение в динамическое программирование: проблема замен. Обратный проход (backtracking) и граф выравнивания.	3	Т	+		+			
3.2 3	ПЗ	Баллы за выравнивание. Глобальное и локальное выравнивание. Хрупкие регионы в геноме человека.	3	Т	+		+			
3.2 4	ПЗ	Мышь и человек (в чем отличие геномов, развороты (инверсии), горячие точки геномных перестроек).	3	Т	+		+			
3.2 5	ПЗ	Случайная перестройка – модель хромосомной эволюции. Сортировка по инверсиям. Точки останова - breakpoints (сортировка по инверсиям с потерей точек останова).	3	Т	+		+			
3.2 6	К	Коллоквиум по разделу 3	3	Р		+	+			
		Всего за семестр:	70							

		Промежуточная аттестация:	9							
		Всего по дисциплине:	149							

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 занятия	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 (ПKN)	Проверка нормативов	ПKN	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

7 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 (1)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОК	В	Р	30	0	1
		Тестирование	ЭТ	В	Р	20	0	1
Коллоквиум (2)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОК	В	Р	30	0	1

8 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	ОК	В	Р	30	0	1

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

7 семестр

Вид контроля	План %	Исходно		ФТКУ / Вид работы	Т К	План %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	26	9,77	Контроль присутствия	П	5	26	9,77	0,19
Текущий тематический контроль	60	160	60,15	Решение практической (ситуационной) задачи	В	60	160	60,15	0,38
Текущий рубежный (модульный) контроль	35	80	30,08	Опрос устный	В	20	60	22,56	0,33
				Тестирование в электронной форме	В	15	20	7,52	0,75
Мах кол. баллов	100	266							

8 семестр

Вид контроля	План %	Исходно		ФТКУ / Вид работы	ТК	План %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	27	11,89	Контроль присутствия	П	5	27	11,89	0,19
Текущий тематический контроль	55	160	70,48	Опрос комбинированный	В	55	160	70,48	0,52
Текущий рубежный (модульный) контроль	20	20	8,81	Опрос устный	В	20	20	8,81	1,00
Текущий итоговый контроль	20	20	8,81	Опрос устный	В	20	20	8,81	1,00
Мах кол. баллов	100	227							

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

7 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации:

– на основании семестрового рейтинга

8 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – экзамен.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации:
– устный опрос по билетам.
- 3) Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации.

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

1. Работа в командной строке.
2. Установка python, использование сред программирования (на примере PyCharm и Spyder). Работа с Jupyter Notebook и Google Colab.
3. Создание простых сценариев.
4. Основные конструкции языка python.
5. Переменные, правила именования и типы данных.
6. Работа с файлами.
7. Объектная ориентированность Python.
8. Ключевые слова, комментарии, docstring.
9. Функции вывода, ввода и импорта.
10. Операторы в python.
11. Управление потоком выполнения программы.
12. Создание собственных функций, аргументы функций.
13. Использование библиотек, пакетов и модулей python.
14. Библиотека biopython (общий обзор).
15. Парсинг разных файловых форматов биологических данных.
16. Программный доступ к общедоступным биологическим базам.
17. Биологическая последовательность как объект исследования биоинформатики.
18. Операции с последовательностями.
19. Аннотации последовательностей.
20. Ввод-вывод последовательностей.
21. Парное и множественное выравнивание последовательностей в biopython.
22. Использование BLAST и других инструментов поиска выравниваний в biopython.
23. Доступ к базам данных NCBI.
24. Работа с данными из Swiss-Prot и ExPASy.
25. Работа с трехмерными моделями, PDB-модуль.
26. Анализ мотивов последовательностей с использованием Bio.motifs.
27. Филогенетические исследования с Bio.Phylo.
28. Поиск точки Ori. Репликация кольцевого генома
29. Скрытые сообщения в точке начала.
30. Поиск в обоих направлениях чтения.
31. Поиск скрытых сообщений в разных геномах.
32. Проблема поиска скопления скрытых сообщений.
33. Репликация ДНК и ее асимметрия.
34. Поиск DnaA-box у E.coli.
35. Сложность предсказания oriC.
36. Роль ДНК паттерна и молекулярные часы.
37. Методы и принципы поиска мотивов и регуляторных областей ДНК.
38. Принципы сборки генома.
39. Проблема восстановления строки из перекрывающихся фрагментов.
40. Исследование антибиотиков.

41. Принципы формирования антибиотика (как пептиды кодируются в геноме, где в геноме *Bacillus brevis* закодирован Tyrocidine, линейные и циклические пептиды).
42. Секвенирование циклопептидов.
43. Сравнение биологических последовательностей
44. Расшифровка нерибосомального кода.
45. Выравнивание последовательностей (основы и подходы).
46. Введение в динамическое программирование. Обратный проход (backtracking) и граф выравнивания.
47. Баллы за выравнивание. Глобальное и локальное выравнивание.
48. Хрупкие регионы в геноме человека.
49. Мышь и человек (в чем отличие геномов, развороты (инверсии), горячие точки геномных перестроек).
50. Случайная перестройка – модель хромосомной эволюции.

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

7 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 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме экзамена

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов, на основании результатов

текущего контроля успеваемости обучающегося в семестрах, в которых преподавалась дисциплина и результатов экзаменационного испытания.

Порядок допуска обучающихся к промежуточной аттестации в форме экзамена, критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена, 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).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Структура итогового рейтинга по дисциплине

Дисциплина	Алгоритмы биоинформатики		
Специальность	06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология		
Семестры	7	8	
Трудоемкость семестров в часах (Тдс)	108	144	
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд)	252		
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Крос)			
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины			0,7
Экзаменационный коэффициент (Кэ)			0,3

Форма промежуточной аттестации	Формы текущего контроля успеваемости/виды работы *		ТК**	Мах.	Весовой коэффициент, %	Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки	Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине
Экзамен (Э)	Контроль присутствия	П	П	1	0	0	0
	Опрос устный	ОУ	В	50	100	2	0,6

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для проведения промежуточной аттестации

Экзаменационный билет для проведения экзамена по дисциплине Б.1.В.В.1.1 «Алгоритмы биоинформатики» по 06.05.02 специальности Фундаментальная и прикладная биология.

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)

Кафедра биоинформатики

Экзаменационный билет № 1

*для проведения экзамена по дисциплине
«Алгоритмы биоинформатики»
по специальности*

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

1. Использование BLAST и других инструментов поиска выравниваний в biopython.
2. Проблема восстановления строки из перекрывающихся фрагментов.

Заведующий кафедрой _____

А.А. Лагунин

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Освоение обучающимися учебной дисциплины «Алгоритмы биоинформатики» 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 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 обучающегося следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

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

Промежуточная аттестация в форме зачета по дисциплине 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	Rosalind. Интернет платформа для изучения биоинформатики и программирования посредством решения задач. Phillip Compeau, Pavel Pevzner [Электронный ресурс]		http://rosalind.info/problems/locations/
3	Bioinformatics Algorithms: An Active-Learning Approach. Phillip Compeau, Pavel Pevzner, 2015 [Электронный ресурс]		http://rosalind.info/problems/locations/

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

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.prilib.ru> – сайт Президентской библиотеки
7. <http://www.rusneb.ru> – сайт национальной электронной библиотеки
8. UCSC (<https://genome.ucsc.edu/>) – геномный браузер UCSC
9. NCBI dbGaP – данные о генотипах и фенотипах <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gap>
10. NCBI Gene – информация о генах <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene>
11. Genome Project – информация о проекте Геном <https://www.genome.gov/10001772/all-about-the--human-genome-project-hgp/>
12. NCBI Genome – целые геномные последовательности <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/>
13. NCBI Nucleotide – набор нуклеотидных последовательностей <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>
14. OMIM – менделевское наследование признаков у людей <http://www.omim.org/>
15. PFAM – семейства белков с аннотациями и множественным выравниванием последовательностей сгенерированном с использованием скрытых марковских моделей <http://pfam.xfam.org/>
16. PROSITE – белковые семейства и домены <http://prosite.expasy.org/>
17. NCBI Protein – белковые последовательности <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein>
18. Protein Data Bank (PDB) – база данных по 3D структурам макромолекул <http://www.rcsb.org>
19. PubMed – биомедицинская литература, цитаты и абстракты <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
20. Reactome – регуляторные и сигнальные пути <http://www.reactome.org/>
21. NCBI RefSeq – референтные последовательности <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/refseq/>
22. NCBI ClinVar – связь геномных вариаций со здоровьем человека <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/clinvar/>
23. NCBI dbSNP – единичные полиморфизмы <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP/>
24. NCBI Structure – трехмерные макромолекулярные структуры <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure>
25. NCBI Taxonomy – систематика организмов, представленных в GeneBank <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy>
26. NCBI UniGene – кластеры последовательностей транскриптов <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/unigene>
27. UniProt – информация о белках <http://www.uniprot.org/>
28. 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.
4. Microsoft Office Word

5. Microsoft Office Excel
6. Adobe Acrobat

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения. Оснащение: наборы наглядных электронных материалов по различным разделам дисциплины, учебная мебель (столы, стулья), ноутбук, проектор, экран.

Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения (компьютерный класс): рабочее место преподавателя, учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (компьютеризированные рабочие места).

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

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)	9
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)	13
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	15
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	17
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	19
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	20