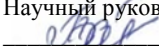






МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
**ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**  
**«ИНСТИТУТ БИОТЕХНОЛОГИЙ, БИОИНЖЕНЕРИИ И ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ»**

СОГЛАСОВАНО  
Научный руководитель ОП  
 Балабанова Л.А.  
(подпись) (ФИО)

Руководитель ОП  
 Дремлюга Р.И.  
(подпись) (ФИО)

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. декана Факультета промышленных  
биотехнологий и биоинженерии  
 Цыганков В.Ю.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

17 февраля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Прикладная биоинформатика: NGS-технологии и Omics-анализ  
**Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика**  
Биоинформатика и анализ данных  
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 916.

Директор Академии цифровой трансформации проф. Еременко А.С.  
Составители: Ph.D., научный сотрудник Пентехина Ю.К., канд.техн.наук, доцент Фищенко Е.С.

Владивосток  
2023

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации и утверждена на заседании Факультета промышленных биотехнологий и биоинженерии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## **Аннотация дисциплины**

### *Прикладная биоинформатика: NGS-технологии и Omics-анализ*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 2 курсе и завершается зачетом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 6 часов, лабораторных занятий в объеме 30 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 108 часов.

Язык реализации: русский.

**Цель:** получение обучающимися практической подготовки, направленной на формирование умений в области анализа данных высокопроизводительного секвенирования.

#### **Задачи:**

- изучение основных форматов файлов, используемых при анализе данных высокопроизводительного секвенирования;
- формирование навыков работы с основными программами, используемыми при анализе данных высокопроизводительного секвенирования.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий, УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели, ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований, полученные в результате изучения дисциплин: «Управление научно-технологическими проектами», «Управление цифровой трансформацией (CDTO)», «Концептуальные принципы наукоемких биоэкономических процессов», «Instrumental high-tech methods for studying biological objects (Инструментальные высокотехнологичные методы исследований биологических объектов)»,

«Молекулярная биология», «Генетика и геномика популяций», «Современные аспекты биотехнологий», «Биоинформатика»; обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Высокопроизводительные вычисления / Анализ хранилищ данных», «Lean Startup / Предпринимательство / Технологическое предпринимательство в биотехнологиях», «Проектный семинар», формирующих компетенции: ПК-1 Способен к проведению и руководству научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими разработками при исследовании самостоятельных тем и в соответствии с тематическим планом организации, ПК-2 Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области проектирования и управления информационными системами в прикладных областях, ПК-3 Способен проектировать и разрабатывать системные и прикладные решения по анализу больших данных, ПК-4 Способен разрабатывать методики выполнения аналитических работ, ПК-5 Способен управлять проектами по информатизации прикладных задач и созданию информационных систем предприятий и организаций.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

Тип задач	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Проектный	ПК-3. Способен проектировать и разрабатывать системные и прикладные решения по анализу больших данных	ПК-3.1 Владеет инструментарием получения, хранения, передачи и обработки больших данных	Знает технологии и программное обеспечение систем хранения и обработки информации; методы и инструменты получения и приобретения, извлечения, преобразования и загрузки больших данных
			Умеет разрабатывать системы хранения и обработки больших данных, оценивать их эффективность
			Владеет навыками разработки моделей больших данных, адаптированных к технологиям больших данных; разработки предложений по развитию и совершенствованию системы

			получения, хранения, передачи и обработки больших данных
		ПК-3.2. Формулирует и решает системные и прикладные задачи анализа больших данных в области биоинформатики	Знает существующие и перспективные методы и программный инструментарий технологий больших данных в области биоинформатики, принципы и методы управления их защитой и обеспечением конфиденциальности
			Умеет проводить аналитические и поисковые исследования по тематике информационных технологий, технологий больших данных в области биоинформатики
			Владеет навыками создания концепции, модели, прототипа сервиса на основе аналитики больших данных в области биоинформатики
		ПК-3.3 Способен управлять разработкой продуктов, услуг и решений на основе больших данных	Знает существующий опыт разработки и использования продуктов, услуг и решений на основе технологий больших данных
			Умеет проводить технико-экономическое обоснование разработки новых продуктов, услуг и решений на основе больших данных
			Владеет навыками анализа и определения ценности продуктов на основе встроенной аналитики больших данных для потенциальных потребителей

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Прикладная биоинформатика: NGS-технологии и Omics-анализ» применяются следующие дистанционные образовательные технологии и методы / активного / интерактивного обучения: работа в малых группах; презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением; просмотр и обсуждение видеофильмов.

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель:** получение обучающимися практической подготовки, направленной на формирование умений в области анализа данных высокопроизводительного секвенирования.

**Задачи:**

- изучение основных форматов файлов, используемых при анализе данных высокопроизводительного секвенирования;
- формирование навыков работы с основными программами, используемыми при анализе данных высокопроизводительного секвенирования.

Дисциплина «Прикладная биоинформатика: NGS-технологии и Omics-анализ» является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений. Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий, УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели, ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований, полученные в результате изучения дисциплин: «Управление научно-технологическими проектами», «Управление цифровой трансформацией (CDTO)», «Концептуальные принципы наукоемких биоэкономических процессов», «Instrumental high-tech methods for studying biological objects (Инструментальные высокотехнологичные методы исследований биологических объектов)», «Молекулярная биология», «Генетика и геномика популяций», «Современные аспекты биотехнологий», «Биоинформатика»; обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Высокопроизводительные вычисления / Анализ хранилищ данных», «Lean Startup / Предпринимательство / Технологическое предпринимательство в биотехнологиях», «Проектный семинар», формирующих компетенции: ПК-1

Способен к проведению и руководству научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими разработками при исследовании самостоятельных тем и в соответствии с тематическим планом организации, ПК-2 Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области проектирования и управления информационными системами в прикладных областях, ПК-3 Способен проектировать и разрабатывать системные и прикладные решения по анализу больших данных, ПК-4 Способен разрабатывать методики выполнения аналитических работ, ПК-5 Способен управлять проектами по информатизации прикладных задач и созданию информационных систем предприятий и организаций.

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

Тип задач	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Проектный	ПК-3. Способен проектировать и разрабатывать системные и прикладные решения по анализу больших данных	ПК-3.1 Владеет инструментарием получения, хранения, передачи и обработки больших данных	Знает технологии и программное обеспечение систем хранения и обработки информации; методы и инструменты получения и приобретения, извлечения, преобразования и загрузки больших данных
		Умеет разрабатывать системы хранения и обработки больших данных, оценивать их эффективность	
		Владеет навыками разработки моделей данных, адаптированных к технологиям больших данных; разработки предложений по развитию и совершенствованию системы получения, хранения, передачи и обработки больших данных	
		ПК-3.2. Формулирует и решает системные и прикладные задачи анализа больших данных в	Знает существующие и перспективные методы и программный инструментарий технологий больших данных в области биоинформатики, принципы и методы управления их защитой и обеспечением конфиденциальности
Умеет проводить аналитические и			

		области биоинформатики	поисковые исследования по тематике информационных технологий, технологий больших данных в области биоинформатики
			Владеет навыками создания концепции, модели, прототипа сервиса на основе аналитики больших данных в области биоинформатики
		ПК-3.3 Способен управлять разработкой продуктов, услуг и решений на основе больших данных	Знает существующий опыт разработки и использования продуктов, услуг и решений на основе технологий больших данных
			Умеет проводить технико-экономическое обоснование разработки новых продуктов, услуг и решений на основе больших данных
			Владеет навыками анализа и определения ценности продуктов на основе встроенной аналитики больших данных для потенциальных потребителей

## II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы (144 академических часа).

## III. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт-роль	
1.	Тема 1. NGS: высокопроизводительное секвенирование		3				14		Зачет
2.	Тема 2. Omics-анализ		3				14		
3	Лабораторная работа № 1. Поиск и сравнение последовательностей			6			15		
4	Лабораторная работа № 2. Пространственные структуры биомолекул.			6			15		



5	Лабораторная работа № 3. Анализ белковых последовательностей			6			15		
6	Лабораторная работа № 4. Анализ нуклеотидных последовательностей и структур ДНК			6			15		
7	Лабораторная работа № 5. Анализ белковых структур. Молекулярный дизайн			6			15		
	ИТОГО:		6	30			108		

#### **IV. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

##### **Тема 1. NGS: высокопроизводительное секвенирование**

Методы определения последовательности нуклеиновых кислот. Технологии создания библиотек фрагментов ДНК для NGS. Коммерческие технологии высокопроизводительного секвенирования. Общие принципы обработки данных NGS. Оборудование и программные решения для обработки данных NGS. Планирование эксперимента с использованием NGS. Исследование микробных сообществ методами NGS. Перспективы высокопроизводительного секвенирования.

##### **Тема 2. Omics-анализ**

Основные биоинформатические ресурсы, форматы OMICS данных и соответствующие программные средства. Анализ качества геномных данных. Сбор и обработка OMICS данных, анализа их качества.

#### **V. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

##### **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

##### **Лабораторная работа № 1. Поиск и сравнение последовательностей**

Поиск последовательностей. Парное выравнивание. Множественное выравнивание. Поиск и анализ гомологичных последовательностей.

##### **Лабораторная работа № 2. Пространственные структуры биомолекул.**

Поиск структур и файлы PDB. Просмотр структур с использованием

сервиса JSmol. Просмотр структур в программе DS Viewer Pro. Карты Рамачандрана и структурная организация белков.

### **Лабораторная работа № 3. Анализ белковых последовательностей**

Анализ закономерностей формирования третичной структуры белка.

Предсказание структуры белка

### **Лабораторная работа № 4. Анализ нуклеотидных последовательностей и структур ДНК.**

Поиск рамки считывания в ДНК. Изучение структуры т-РНК. Предсказание вторичной структуры РНК.

### **Лабораторная работа № 5. Анализ белковых структур. Молекулярный дизайн.**

Поиск функционального центра молекулы белка. Анализ взаимодействий в комплексе. Дизайн и докинг.

## **VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства*	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Тема 1 – 2. Лабораторная работа 1-5.	ПК-3.1 Владеет инструментарием получения, хранения, передачи и обработки больших данных	Знает технологии и программное обеспечение систем хранения и обработки информации; методы и инструменты получения и приобретения, извлечения, преобразования и загрузки больших данных	УО-1	-
			Умеет разрабатывать системы хранения и обработки больших данных, оценивать их эффективность	ПР-4 ПР-7	-
			Владеет навыками разработки моделей данных, адаптированных к технологиям больших данных; разработки предложений по развитию и совершенствованию системы получения, хранения, передачи и обработки больших данных	ПР-4 ПР-7	-
2.	Тема 1 – 2. Лабораторная работа 1-5.	ПК-3.2. Формулирует и решает системные и прикладные задачи анализа больших данных в области биоинформатики	Знает существующие и перспективные методы и программный инструментарий технологий больших данных в области биоинформатики, принципы и методы управления их защитой и обеспечением конфиденциальности	УО-1	-

			Умеет проводить аналитические и поисковые исследования по тематике информационных технологий, технологий больших данных в области биоинформатики	ПР-4 ПР-7	-
			Владеет навыками создания концепции, модели, прототипа сервиса на основе аналитики больших данных в области биоинформатики	ПР-4 ПР-7	-
3.		ПК-3.3 Способен управлять разработкой продуктов, услуг и решений на основе больших данных	Знает существующий опыт разработки и использования продуктов, услуг и решений на основе технологий больших данных	УО-1	-
			Умеет проводить технико-экономическое обоснование разработки новых продуктов, услуг и решений на основе больших данных	ПР-4 ПР-7	-
			Владеет навыками анализа и определения ценности продуктов на основе встроенной аналитики больших данных для потенциальных потребителей	ПР-4 ПР-7	-
	Зачет			-	УО-1

\* Формы оценочных средств:

1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.

2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6); практические занятия (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); ситуационные задачи (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); кроссворды (ПР-13) и т.д.

3) тренажер (ТС-1); и т.д.

## **VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого

подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;
- написание эссе, курсовой работы;
- подготовка к деловым и ролевым играм;
- составление резюме;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

## **VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### *Основная литература*

1. Анализ данных: учебник для вузов / В.С. Мхитарян [и др.]; под редакцией В.С. Мхитаряна. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 490 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/511020>
2. Боев, В.Д. Моделирование в среде AnyLogic: учебное пособие для вузов / В.Д. Боев. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 298 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/514023>
3. Броневиц, А.Г. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений: учебное пособие / А.Г. Броневиц, А.Е. Лепский. – Москва: Высшая школа экономики, 2022. – 264 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/258803>
4. Воскобойников, Ю.Е. Регрессионный анализ данных в пакете MATHCAD: учебное пособие / Ю.Е. Воскобойников. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 224 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210557>
5. Галиаскаров, Э.Г. Анализ и проектирование систем с использованием UML: учебное пособие для вузов / Э.Г. Галиаскаров, А.С. Воробьев. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 125 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/520341>
6. Древис, Ю.Г. Имитационное моделирование: учебное пособие для вузов / Ю. Г. Древис, В.В. Золотарёв. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 142 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/517523>
7. Запечников, С.В. Основы интеллектуального анализа данных и машинного обучения: Конспект лекций: учебное пособие / С.В. Запечников. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2022. – 136 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/355580>
8. Кликунова, К.А. Методические указания к расчетной работе «Анализ качественных данных»: методические указания / К.А. Кликунова, А.В. Холматова-Бочкарева, А. А. Разинова. – Санкт-Петербург: СПбГПМУ, 2022. – 16 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/344111>
9. Кликунова, К.А. Методические указания к расчетной работе «Анализ количественных данных»: методические указания / К.А. Кликунова, А.В. Холматова-Бочкарева, А.А. Разинова. – Санкт-Петербург: СПбГПМУ, 2022. – 40 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/344114>
10. Компо, Ф. Алгоритмы биоинформатики / Ф. Компо, П. Певзнер; перевод с английского И. Л. Люско. – Москва: ДМК Пресс, 2023. – 682 с. –

URL: <https://e.lanbook.com/book/314972>

11. Нестеров, С.А. Интеллектуальный анализ данных с использованием SQL Server / С.А. Нестеров. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 160 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/311861>

12. Стефанов, В.Е. Биоинформатика: учебник для вузов / В.Е. Стефанов, А.А. Тулуб, Г.Р. Мавропуло-Столяренко. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 252 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/511736>

13. Цехановский, В.В. Технология интеллектуального анализа данных в процессах и системах / В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 168 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/302753>

### *Дополнительная литература*

1. Алексеев, Д.С. Технологии интеллектуального анализа данных: учебное пособие / Д. С. Алексеев. – Кострома: КГУ, 2020. – 141 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160082>

2. Брантон, С.Л. Анализ данных в науке и технике / С.Л. Брантон, Д.Н. Куц; перевод с английского А. А. Слинкина. – Москва: ДМК Пресс, 2021. – 542 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/240929>

3. Володченкова, Л.А. Биоинформатика: учебное пособие / Л.А. Володченкова. – Омск: ОмГУ, 2018. – 44 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110901>

4. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики: учебное пособие / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2009. – 456 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/13727>

5. Защита программ и данных: учебное пособие. – Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. – Часть 1: Способы анализа. – 2020. – 72 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/180081>

6. Защита программ и данных: учебное пособие. – Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. – Часть 2: Способы защиты анализа. – 2020. – 52 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/180082>

7. Изучаем Spark: молниеносный анализ данных / Х. Карау, Э. Конвински, П. Венделл, М. Захария. – Москва: ДМК Пресс, 2015. – 304 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/90118>

8. Интеллектуальный предиктивный мультимодальный анализ слабоструктурированных больших данных / Н.Г. Ярушкина, И.А. Андреев, Г.Ю. Гуськов [и др.]. – Ульяновск: УлГТУ, 2020. – 220 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/170653>
9. Кумратова, А.М. Методы хранения и анализа данных: учебное пособие / А.М. Кумратова, И.И. Василенко. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – 183 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254297>
10. Лаговский, Б.А. Информационное обеспечение систем анализа данных: учебное пособие / Б.А. Лаговский. – Москва: РТУ МИРЭА, 2021. – 66 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171549>
11. Леоненко, В.Н. Вероятностные методы анализа данных: учебно-методическое пособие / В.Н. Леоненко. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2021. – 28 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/283793>
12. Миркин, Б.Г. Введение в анализ данных: учебник и практикум / Б.Г. Миркин. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 174 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/511121>
13. Порозов, Ю.Б. Биоинформатика: учебно-методическое пособие / Ю.Б. Порозов. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. – 52 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/43567>
14. Современные методы обработки и анализа данных: учебное пособие / Г.М. Орлов, О.А. Игнатьева, А.Г. Васин, Б.А. Низомутдинов. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2021. – 147 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/283589>
15. Тарасов, И.Е. Статистический анализ данных в информационных системах: учебно-методическое пособие / И.Е. Тарасов. – Москва: РТУ МИРЭА, 2020. – 96 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/163854>
16. Храмов, А.Г. Методы и алгоритмы интеллектуального анализа данных: учебное пособие / А.Г. Храмов. – Самара: Самарский университет, 2019. – 176 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148603>
17. Часовских, Н.Ю. Биоинформатика: учебно-методическое пособие / Н.Ю. Часовских. – Томск: СибГМУ, 2015. – 109 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/105971>
18. Часовских, Н.Ю. Практикум по биоинформатике: учебное пособие / Н.Ю. Часовских. – Томск: СибГМУ, [б. г.]. – Часть 1. – 2019. – 135 с. – URL:

<https://e.lanbook.com/book/138707>

19. Часовских, Н.Ю. Практикум по биоинформатике: учебное пособие / Н.Ю. Часовских. – Томск: СибГМУ, [б. г.]. – Часть 2. – 2019. – 126 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/138708>

***Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»***

1. NCBI: National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

2. National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information. Blastn, Blastp. – URL: [https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE\\_TYPE=BlastSearch](https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE_TYPE=BlastSearch)

3. Protein analysis. – URL: <https://web.expasy.org>

4. Carbohydrate active enzyme system. – URL: <http://www.cazy.org>

5. Domain structure analysis. – URL: <https://pfam.xfam.org>

6. Анализ последовательности белка. – URL: [http://molbiol.ru/scripts/01\\_18.html](http://molbiol.ru/scripts/01_18.html)

7. Aligned Sequences Analysis. – URL: <https://esript.ibcp.fr/ESPrpt/cgi-bin/ESPrpt.cgi>

8. Manually curated database of bioactive molecules with drug-like properties. – URL: <https://www.ebi.ac.uk/chembl/>

9. Type (Strain) Genome Server. – URL: <https://tygs.dsmz.de>

**Перечень информационных технологий  
и программного обеспечения**

1. Программное обеспечение: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Chimera 1.13.1, PyMOL.

2. Операционные системы: Linux, Windows.

**IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**



Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала и подготовку к практическим занятиям.

Освоение дисциплины «Прикладная биоинформатика: NGS-технологии и Omics-анализ» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Прикладная биоинформатика: NGS-технологии и Omics-анализ» является зачет.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

## **X. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные занятия по дисциплине «Прикладная биоинформатика: NGS-технологии и Omics-анализ» проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и	Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см	

<p>семинарского типа, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, корпус G, каб. G302)</p>	<p>Документ-камера AVervision CP355AF ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА Мультимедийный проектор, Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеочка Multipix MP-HD718</p>	
<p>Аудитории для самостоятельной работы студентов (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, корпус А, каб. А1007 (А1042))</p>	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДВФУ. Комплекты учебной мебели (столы и стулья). Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C). Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS). Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>	