

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО
решением Координационного совета
Передовой инженерной школы
«ФармИнжиниринг»

от «5» июня 2024 г., протокол №2

Председатель А.Н.Фомин
«5» июня 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<i>Биоинформатика</i>
Факультет	Передовая инженерная школа «ФармИнжиниринг»
Кафедра	Передовая инженерная школа «ФармИнжиниринг»
Курс	1

Направление (специальность) 06.04.01 «Биология»
код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) Биофарминжиниринг
полное наименование

Форма обучения очная
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2024 г.

Программа актуализирована на заседании КС ПИШ: протокол № _____ от _____ 20____ г.
 Программа актуализирована на заседании КС ПИШ: протокол № _____ от _____ 20____ г.
 Программа актуализирована на заседании КС ПИШ: протокол № _____ от _____ 20____ г.
 Программа актуализирована на заседании КС ПИШ: протокол № _____ от _____ 20____ г.
 Программа актуализирована на заседании КС ПИШ: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Задорина Ива Ивановна	КФУ (генетики)	Ассистент, к.в.н.
Лямина Дарья Антоновна	Лаборатория разработки и получения фармпрепаратов и их компонентов	Инженер-исследователь

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

В дисциплине изучаются основные принципы анализа биоинформатических данных.

Цель дисциплины – формирование у студентов навыков, соответствующих видам профессиональной деятельности, необходимых для решения профессиональных задач.

Задача дисциплины – приобретение студентами необходимых знаний о сборке генома и транскриптома, аннотирование данных, работа с базами данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина «Биоинформатика» изучается в 1 семестре и относится к обязательной части дисциплин блока Б1.О.04 направления специальности 06.04.01 «Биология» профиль «Биофарминжиниринг». Дисциплина формирует практические навыки использования в профессиональной деятельности обработки биоинформатических данных.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК – 8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности	ИД-1.1опк8 Знает современную исследовательскую аппаратуру для полевых и лабораторных исследований в области профессиональной деятельности. ИД-1.2опк8 Умеет использовать современную вычислительную технику в профессиональной деятельности. ИД-1.3опк8 Владеет навыками работы с современной исследовательской аппаратурой; представлять результаты научно-исследовательских работ
ПК – 1 Способен производить подготовительные работы для осуществления биотехнологического процесса получения биомедицинского продукта: тест-систем/генно-инженерного продукта/ радиофармпрепарата	ИД-1.1пк1 Знает основные принципы и этапы биотехнологического процесса, правила безопасности при работе с биологическими материалами и реагентами ИД-1.2пк1 Умеет выбирать и подготавливать необходимые реагенты и материалы для проведения биотехнологических процессов ИД-1.3пк1 Владеет навыком работы с лабораторным оборудованием и приборами, необходимыми для проведения биотехнологических процессов

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 4

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения)	
	Всего по плану	очная
		В т.ч. по семестрам 1
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	144	144
Аудиторные занятия:		
• лекции	10	10
• семинары и практические занятия	16	16
• лабораторные работы, практикумы	28	28
Самостоятельная работа	54	54
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	36	Выполнение заданий, протоколов, решение тестов
Курсовая работа	---	---
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)		экзамен
Всего часов по дисциплине	144	144

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ЛЛС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1. Введение в биоинформатику. 1.1 Основные технологии секвенирования. 1.2 Принцип метода выделения нуклеиновых кислот. 1.3 Подготовка библиотек для	4	2	0	0	0	2	Решение тестов

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

секвенирования. 1.4 Генетический баркодинг							
2. Методы анализа данных и текстовой информации. 2.1 Алгоритмы. 2.2 Форматы. 2.3 Работа с базами данных	6	0	2	2	0	2	Решение тестов. Лабораторная работа 1
3. Контроль качества результатов секвенирования и исправления ошибок	6	0	2	2	0	2	Подготовка протокола. Лабораторная работа 2
4. Картирование прочтений на референсный геном. 4.1 Анализ данных полногеномного и полноэкзомного секвенирования	6	0	2	2	0	2	Подготовка протокола. Лабораторная работа 3
5. Онлайн сервис Galaxy для обработки	6	0	2	2	0	2	Решение задач. Лабораторная работа 4
6. Филогенетика	4	2	0	0	0	2	Решение задач
7. Сборка геномов и транскриптомов	6	0	2	2	0	2	Решение задач. Лабораторная работа 5
8. Метагеномика	4	2	0	0	0	2	Решение задач.
9. РНК секвенирование. Анализ данных секвенирования единичных клеток	6	0	2	2	0	2	Решение задач. Лабораторная работа 6
10. Биоинформатика белков	10	4	2	0	0	4	Опрос, решение тестов
11. Работа с базами данных белковых структур (RSCB PDB).	14	0	2	4	0	8	Опрос, лабораторная работа
12. Работа с базами данных пептидных структур	12	0	0	4	0	8	Опрос, лабораторная работа
13. Применение ПО для 2D и 3D конструирования пептидных последовательностей	12	0	0	4	0	8	Опрос, лабораторная работа
14. Применение ПО для моделирования взаимодействия "лиганд-мишень" (молекулярный докинг).	12	0	0	4	0	8	Опрос, лабораторная работа
Подготовка к экзамену	36	0	0	0	0	0	-
Итого	144	10	16	28	0	54	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Тема 1. Введение в биоинформатику. Основные технологии секвенирования. Принцип метода выделения нуклеиновых кислот. Подготовка библиотек для секвенирования. Генетический баркодинг.

История развития биоинформатики. Секвенирование первого, второго и третьего поколения. Выделение нуклеиновых кислот. Этапы и методы подготовки библиотек.

Тема 2. Методы анализа данных и текстовой информации. Алгоритмы. Форматы. Работа с базами данных.

Асимптотический анализ времени работы алгоритмов, сортировки пузырьком, выбором, вставками и слиянием, двоичный поиск, динамическое программирование, алгоритм предсказания вторичной структуры РНК, глобальное и локальное выравнивание, теория графов (DFS, BFS), графы де Брейна. Форматы fasta, fastq, vcf, bam/sam, bed, gtf/gff. Базы данных.

Тема 3. Контроль качества результатов секвенирования и исправления ошибок.

Процесс анализа секвенсных данных с ответвлениями или этапами для частных случаев. Понятие качества чтения. Источники ошибок и особенности чтений, полученных на разных платформах. Подготовка чтений (тримминг). Технические последовательности. Разбор отчетов FastQC.

Тема 4. Картирование прочтений на референсный геном. Анализ данных полногеномного и полноэкзомного секвенирования.

Ресеквенирование. Парные выравнивания. Алгоритмы картирования чтений на геном. Программы-картировщики и основные форматы данных, используемые для хранения выравниваний. Терминология картирования. Особенности парных чтений. Влияние референса. Поиск структурных вариантов (SNV-calling). Обзор принципа метода. Описание типичного протокола поиска однонуклеотидных полиморфизмов.

Тема 5. Онлайн сервис Galaxy для обработки.

Схема для обработки биоинформатических данных. Составление пайплайнов. Работа в NCBI.

Тема 6. Филогенетика.

Основы филогенетического анализа. Множественные выравнивания. Построение филогенетического дерева. Аннотация генома. Поиск белок-кодирующих генов. Функциональная аннотация по гомологии, выявление консервативных доменов.

Тема 7. Сборка геномов и транскриптомов.

Чтение, длина вставки, контиг, скаффолд, покрытие, k-mer, N50. Выбор платформы и библиотек. Чем хорошая сборка отличается от плохой. Разбор типовых ошибок. Практикум на гибридной сборке с данных Illumina и Oxford Nanopore.

Тема 8. Метагеномика.

Методы профилирования состава микробиома на основании NGS. Ампликонное и shotgun (WGS) секвенирование. Референсные базы данных (SILVA, GreenGenes, RDP). Предобработка ридов и таксономическая классификация 16S рРНК/ITS данных (QIIME2, DADA2, Deblur). Определение состава сообщества по shotgun-метагеномам: от кладоспецифичных маркеров (MetaPhlan2) до анализа MAG (MetaBat2). Hi-C метагеномика. Предсказание метаболического потенциала по 16S рРНК данным (PICRUSt, Tax4fun, FAPROTAX). Работа с программой MEGA, UGENE. Особенности статистической обработки данных по составу микробиоты: разреженность (виды нулей в таблице представленностей, замена на псевдо-отсчеты, GBM и пакет zCompositions в R), композиционность (alr-, clr- и ilr- преобразования, методы phylr, selbal, gneiss, DBA, amalgam). Альфа- и бета-разнообразие: метрики (chao1, Shannon, UniFrac, Bray-Curtis, Aitchison distance), визуализация (MDS, PCoA).

Тема 9. РНК секвенирование. Анализ данных секвенирования единичных клеток.

Введение. Контроль качества. Fastqc, multiqc. Тримминг и фильтрация ридов.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Картирование STAR. Сборка транскриптов. Stringtie. Квантификация (htseq-count, stringtie, etc). Проверка самосогласованности: корреляционная тепловая карта, PCA/MDS, поправка на множественные сравнения. Batch effect, поиск выбросов. Линейные модели, дизайн экспериментов, нормализация. Дифференциальная экспрессия (edgeR, DESeq2), дифференциальный сплайсинг, функциональный анализ (WebGestalt, clusterProfiler). Визуализация данных RNA-seq в IGV и при помощи R. Анализ коэкспрессии генов (WGCNA).

Тема 10. Биоинформатика белков.

Парадигма действия лекарства. Белки-мишени. Лиганды. Стадии разработки лекарств (молекулярное моделирование, докинг, скоринг, скрининг). Расчет свободной энергии связывания. Метод молекулярной динамики. Измерение ингибирующей концентрации IC₅₀. Межмолекулярное взаимодействие. Силовые поля. Структуры молекул белков. докинг. Энергия связывания белок-лиганд. Конформации белков.

Тема 11. Работа с базами данных белковых структур (RSCB PDB).

Комплекс белок-лиганд. База данных Protein Data Bank, Protein Data Bank Japan, Biological Magnetic Resonance Data Bank Макромолекулы, малые молекулы. PDB-файл.

Тема 12. Работа с базами данных пептидных структур.

Базы данных пептидных структур -JenaLib, OPM, Proteopedia, SCOP, Uniprot. FASTA, SMILES, mol2 форматы.

Тема 13. Применение ПО для 2D и 3D конструирования пептидных последовательностей.

Программы для построения 3D моделей белков: PepFold, Phyre, CONCORD, MOLGEO, Molergo Molecular Viewer. PyMOL - системы визуализации молекул. Avogadro, OpenBabel - молекулярный редактор.

Тема 14. Применение ПО для моделирования взаимодействия "лиганд-мишень" (молекулярный докинг).

Программы для молекулярного докинга (AutoDock, FroDock, HawkDock, HPEPDOCK). Подготовка белка для докинга. Работа в программе HawkDock. Работа в программе FroDock. Работа в программе HPEPDOCK. Подготовка лиганда. Протонирование нативного лиганда (визуальный редактор Avogadro и программа OpenBabel). Подготовка протеина. Анализ результатов докинга.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 2. Введение в биоинформатику. Основные технологии секвенирования. методы анализа данных и текстовой информации. Алгоритмы. Форматы. Работа с базами данных.

Тема 3. Контроль качества результатов секвенирования и исправления ошибок.

Тема 4. Картирование прочтений на референсный геном. Анализ данных полгогеномного и полноэкзомного секвенирования

Тема 5. Онлайн сервис Galaxy для обработки.

Тема 7. Сборка геномов и транскриптомов.

Тема 9. РНК секвенирование. Анализ данных секвенирования единичных клеток

Тема 10. Биоинформатика белков.

Тема 11. Работа с базами данных белковых структур (RSCB PDB).

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Тема 2. Введение в биоинформатику. Основные технологии секвенирования. методы анализа данных и текстовой информации. Алгоритмы. Форматы. Работа с базами

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

данных.

Лабораторная работа: «Работа с базами данных».

Цель работы: получить навык по работе с базами данных.

Тема 3. Контроль качества результатов секвенирования и исправления ошибок.

Лабораторная работа: «FastQC».

Цель работы: оценить качество прочтений в разных вариантах.

Тема 4. Картирование прочтений на референсный геном. Анализ данных полногеномного и полноэкзомного секвенирования.

Лабораторная работа: «Геном».

Цель работы: понять основные характеристики при сборках и оформить работу.

Тема 5. Онлайн сервис Galaxy для обработки.

Лабораторная работа: «Работа с Galaxy».

Цель работы: дать студентам практический навык в обработки данных.

Тема 7. Сборка геномов и транскриптомов

Лабораторная работа: «Сборка геномов и транскриптомов».

Цель работы: научиться собирать геном и транскриптом.

Тема 9. РНК секвенирование. Анализ данных секвенирования единичных клеток.

Лабораторная работа: «RNA секвенирование».

Цель работы: подготовить схемы секвенирования и оформить работу.

Тема 11. Работа с базами данных белковых структур (RSCB PDB).

Лабораторная работа: «Работа с базами данных белковых структур».

Цель работы: получить навык работы с базами данных белковых структур.

Тема 12. Работа с базами данных пептидных структур.

Лабораторная работа: «Работа с базами данных пептидных структур».

Цель работы: получить навык работы с базами данных пептидных структур.

Тема 13. Применение ПО для 2D и 3D конструирования пептидных последовательностей.

Лабораторная работа: «2D и 3D конструирование пептидных последовательностей».

Цель работы: получить практические навыки работы в программах по 2D и 3D моделированию пептидных последовательностей.

Тема 14. Применение ПО для моделирования взаимодействия "лиганд-мишень" (молекулярный докинг).

Лабораторная работа: «Молекулярный докинг».

Цель работы: выполнить процедуру молекулярного докинга с применением программного обеспечения для моделирования взаимодействия «лиганд-мишень».

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Выделение нуклеиновых кислот. Подготовка библиотек для секвенирования.
2. История развития биоинформатики. Секвенирование.
3. Секвенирование первого поколения. Преимущества и недостатки.
4. Секвенирование второго и третьего поколения. Преимущества и недостатки.
5. Базы данных.
6. Способы контроля качества сборки. Основные параметры. Программы.
7. Исправление ошибок, тримминг. Программы.
8. Картирование.
9. Анализ дифференциальной экспрессии.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

10. Сборка транскриптома, способы контроля качества.
11. Базовые этапы молекулярно-филогенетического анализа.
12. Парное выравнивание.
13. Аффинные штрафы.
14. Методы контроля качества и улучшения геномных сборок.
15. Описание геномных интервалов.
16. Метагеномика.
17. Альфа и бета разнообразие.
18. РНК секвенирование.
19. Анализ секвенирования единичных клеток.
20. Формат fastq/fastq.
21. Формат vcf.
22. Формат bam/sam.
23. Формат bed.
24. Формат gtf/gff.
25. Парадигма действия лекарства.
26. Белки-мишени и лиганды.
27. Стадии разработки лекарств (моделирование, докинг, скоринг, скрининг).
28. Расчет свободной энергии связывания.
29. Метод молекулярной динамики.
30. Измерение ингибирующей концентрации IC₅₀.
31. Межмолекулярное взаимодействие.
32. Силовые поля.
33. Структуры молекул белков. докинг.
34. Энергия связывания белок-лиганд.
35. Конформации белков.
36. Комплекс белок-лиганд.
37. База данных Protein Data Bank. Макромолекулы, малые молекулы.
38. Рабочие форматы белковых молекул (PDB, FASTA, SMILES, mol2).
39. Базы данных пептидных структур. Работа в Uniprot.
40. Программы для построения 3D моделей белков.
41. Программы для молекулярного докинга.
42. Подготовка белка для докинга.
43. Работа в программе HREDOCK, форматы загрузок, анализ результатов.
44. Работа в программе FroDock, форматы загрузок, анализ результатов.
45. Подготовка лиганда.
46. Протонирование нативного лиганда, визуальный редактор Avogadro.
47. Подготовка протеина. Определение активного центра белка.
48. Молекулярный докинг.
49. Анализ результатов докинга.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
Тема 1. Введение в биоинформатику. Основные	Проработка учебного материала, решение	2	Проверка домашнего задания, тест, экзамен.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

технологии секвенирования. Принцип метода выделения нуклеиновых кислот. Подготовка библиотек для секвенирования. Генетический баркодинг.	теста, подготовка к сдаче экзамена.		
Тема 2. Методы анализа данных и текстовой информации. Алгоритмы. Форматы. Работа с базами данных.	Проработка учебного материала, решение теста, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка к сдаче экзамена.	2	Проверка домашнего задания, тест, проверка лабораторной работы, экзамен.
Тема 3. Контроль качества результатов секвенирования и исправления ошибок.	Проработка учебного материала, сдача протокола, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка к сдаче экзамена.	2	Проверка протокола, проверка лабораторной работы, экзамен.
4. Картирование прочтений на референсный геном. Анализ данных полногеномного и полноэкзомного секвенирования.	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка к сдаче экзамена.	2	Проверка заданий, проверка лабораторной работы, экзамен.
5. Онлайн сервис Galaxy для обработки.	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена.	2	Проверка заданий, экзамен.
6. Филогенетика.	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка к сдаче экзамена.	2	Проверка заданий, проверка лабораторной работы, экзамен.
7. Сборка геномов и транскриптомов.	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена.	2	Проверка заданий, экзамен.
8. Метагеномика.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка к сдаче экзамена.	2	Проверка домашнего задания, проверка лабораторной работы, экзамен.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

9.РНК секвенирование. Анализ данных секвенирования единичных клеток.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка к сдаче экзамена	2	Проверка домашнего задания, проверка лабораторной работы, экзамен
10. Биоинформатика белков.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	4	Тест, экзамен
11.Работа с базами данных белковых структур (RSCB PDB).	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	8	Проверка лабораторной работы, экзамен
12.Работа с базами данных пептидных структур.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	8	Проверка лабораторной работы, экзамен
13.Применение ПО для 2D и 3D конструирования пептидных последовательностей.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	8	Проверка лабораторной работы, экзамен
14.Применение ПО для моделирования взаимодействия "лиганд-мишень" (молекулярный докинг).	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	8	Проверка лабораторной работы, экзамен

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Березов, Т. Т. Биологическая химия : учебник / Березов Т. Т. , Коровкин Б. Ф. - 3-е изд. , стереотипное. - Москва : Медицина, 2008. - 704 с. (Учеб. лит. Для студентов мед. Вузов) - ISBN 5-225-04685-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5225046851.html>
2. Стефанов, В. Е. Биоинформатика : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00860-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536764>

Дополнительная

1. Диченко, Я. В. Компьютерное моделирование строения и реакционной способности

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

молекул / Я. В. Диченко. - Минск : Белорус. наука, 2023. - 137 с. - ISBN 978-985-08-2970-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850829702.html>

2. Бородовский, М. Задачи и решения по анализу биологических последовательностей / М. Бородовский, С. Екишева ; перевод А. А. Чумичкин. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2008. — 440 с. — ISBN 978-5-93972-644-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/16519.html>
3. Геномика. Электронный учебно-методический комплекс для специальности 1-31 80 01 – «Биология» / Гомель: Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, 2020. - 231 с. Текст: электронный // НЭБ Elibrary.ru: [сайт]. URL: <https://elibrary.ru/lmrkac> .- URL: http://elib.gsu.by/bitstream/123456789/37147/1/%D0%AD%D0%A3%D0%9C%D0%9A_%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0_2020.pdf
4. Биомедицинская информатика. Компьютерные приложения в здравоохранении и биомедицине : руководство / под ред. Э. Х. Шортлиффа, Дж. Дж. Чимино; отв. ред. М. Ф. Чанг; перевод с англ. под ред. Г.Э. Улумбековой, А.Н. Наркевича, Р.С. Козлова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. - 744 с. - ISBN 978-5-9704-8204-9, DOI: 10.33029/9704-8204-9-BIN-2024-1-744. - URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970482049.html>

б) учебно-методическая (разработанная НПР, реализующими ОПОП ВО)

5. Лямина Д. А. Биоинформатика : методические указания по организации и проведению практических занятий и самостоятельной работы студентов по направлению подготовки 06.04.01 «Биология», Биофарминжиниринг / Д. А. Лямина ; Ульянов. гос. ун-т. - 2024. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/16068>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный.

Согласовано:

Директор научной библиотеки / Бурханова М.М. /  / 2024
Должность сотрудника научной библиотеки ФИО Подпись дата

б) Программное обеспечение

Для образовательного процесса студенту необходимо рабочее место с ПК с установленным следующим программным обеспечением: операционная среда ОС Windows/Linux; MS Office.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Ведущий специалист отдела администрирования/ Бородулина Ю.С.  09.10.2024

Должность сотрудника УИТИТ

ФИО

подпись

дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

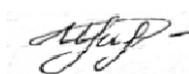
- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации;

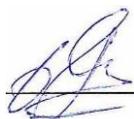
В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчики:



Ассистент, к.в.н.

Задорина И.И.



Инженер-исследователь

Лямина Д.А.