

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 01.07.2026 12:50:34 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f306c077a48689a8788b8522525	Рабочая программа дисциплины "Функциональная биоинформатика" по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Функциональная биоинформатика

Специальность

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация

Биоинженерия и биоинформатика

Присваиваемая квалификация (степень)

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Овладеть основными методами анализа экспрессии генов, белкового состава живых систем, метаболомного анализа и анализа сетевых взаимодействий и биологических путей.

Задачи дисциплины:

1. Рассмотреть основные подходы, используемые для анализа геной экспрессии.
2. Дать представление о методиках, применяемых для качественного и количественного анализа протеома.
3. Освоить методы системной биологии, используемые для анализа метаболома.
4. Усвоить подходы, применимые для анализа биологических сетей и биологических путей.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-5.1. Знает основные базы данных по геной инженерии и владеет навыками работы с современной литературой в области синтетической биологии.

ОПК-5.2. Использует, разрабатывает и внедряет подходы для сбора, хранения и обработки больших данных в биологии, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта (машинное обучение).

ОПК-5.3. Владеет навыками поиска и анализа биологических последовательностей и структур, навыками использования встроенных инструментов банков биологических данных.

ОПК-6.1. Знает общие принципы разработки и создания компьютерных программ.

ОПК-6.2. Осуществляет разработку алгоритмов, моделей и программ для решения задач профессиональной деятельности в области биоинженерии и биоинформатики.

ОПК-6.3. Владеет навыками программирования на языках высокого уровня.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.20

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов:

Органическая химия

Физиология человека и животных. Высшая нервная деятельность

Биохимия

Молекулярная биология

Биологически активные соединения в эволюции млекопитающих

Регуляция обмена веществ и функций организма

Язык программирования R

Язык программирования Python. Операционная система Linux

Молекулярно-биологические методы анализа биологических систем

Геномика и транскриптомика

Структурная биоинформатика

Основные биологические банки данных

Основы биометрического анализа и планирования эксперимента

Органическая химия

Физиология человека и животных. Высшая нервная деятельность

Биохимия

Молекулярная биология

Биологически активные соединения в эволюции млекопитающих

Регуляция обмена веществ и функций организма

Язык программирования R

Язык программирования Python. Операционная система Linux

Молекулярно-биологические методы анализа биологических систем



Геномика и транскриптомика

Структурная биоинформатика

Основные биологические банки данных

Основы биометрического анализа и планирования эксперимента

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Эволюционная биоинформатика

Научно-исследовательская работа

Преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-5: Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа;

Знать:

Для достижения ОПК-5.1 знать: основные существующие хранилища данных по системной биологии, форматы их хранения и размещения результатов обработки в научных публикациях.

Уметь:

Для достижения ОПК-5.2 уметь: разрабатывать и использовать методы автоматизированного сбора и обработки результатов анализа экспрессии, белковых и метаболитных спектров для дальнейшего изучения.

Владеть:

Для достижения ОПК-5.3 владеть: навыками многомерного анализа, а также дифференциального поиска функционального обогащения с визуализацией результатов, в том числе встроенными средствами генетических банков данных.

ОПК-6: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

Знать:

Для достижения ОПК-6.1 знать: разновидности и области применимости компьютерных программ, применяемых в сфере анализа результатов экспрессии, протеомных и метаболомных данных.

Уметь:

Для достижения ОПК-6.2 уметь: создавать алгоритмы для осуществления эксплораторного анализа системных данных.

Владеть:

Для достижения ОПК-6.3 владеть: навыками разработки компьютерных программ на языках высокого уровня bash, R, Python для решения задач системной биологии.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:

3.1.1 Для достижения ОПК-5.1 знать: основные существующие хранилища данных по системной биологии, форматы их хранения и размещения результатов обработки в научных публикациях.

3.1.2 Для достижения ОПК-6.1 знать: разновидности и области применимости компьютерных программ, применяемых в сфере анализа результатов экспрессии, протеомных и метаболомных данных.

3.2 Уметь:

3.2.1 Для достижения ОПК-5.2 уметь: разрабатывать и использовать методы автоматизированного сбора и обработки результатов анализа экспрессии, белковых и метаболитных спектров для дальнейшего изучения.

3.2.2 Для достижения ОПК-6.2 уметь: создавать алгоритмы для осуществления эксплораторного анализа системных данных.

3.3 Владеть:



3.3.1 Для достижения ОПК-5.3 владеть: навыками многомерного анализа, а также дифференциального поиска функционального обогащения с визуализацией результатов, в том числе встроенными средствами генетических банков данных.

3.3.2 Для достижения ОПК-6.3 владеть: навыками разработки компьютерных программ на языках высокого уровня bash, R, Python для решения задач системной биологии.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 252 в том числе : аудиторные занятия : 118 самостоятельная работа : 90,9 часов на контроль : 27 контактная работа: 134,1 ИКР: 16,1	Виды контроля в семестрах: экзамены 9 зачеты 8

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Раздел 1. 1. Основы геномики			
1.1	Форматы и предобработка протеомных данных /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э3 Э6 Э7
1.2	Восходящий протеомный анализ с помощью пептидных «отпечатков пальцев» /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э3 Э4 Э8
1.3	Платформы для анализа экспрессии и предобработка данных /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э4 Э8
1.4	Восходящий протеомный анализ с помощью пептидных спектров /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э4 Э11 Э12
1.5	Нисходящий протеомный анализ /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э6 Э13
1.6	Количественный протеомный анализ /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э5 Э6
1.7	Форматы метаболомных данных /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э4 Э5



1.8	Идентификация метаболитов /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э6 Э7
1.9	Определение функциональной роли метаболитов /Лек/	9	1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э6 Э7
1.10	Эксплораторный анализ /Лек/	9	1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э4
1.11	Дифференциальный анализ /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э3 Э6 Э7 Э10
1.12	Анализ функционального обогащения /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э4 Э6
1.13	Диагностические модели /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э7 Э9
1.14	Интеграция метаболомных, геномных и транскриптомных данных /Лек/	9	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э5 Э8 Э10
1.15	Визуализация и анализ биологических путей /Лек/	9	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э6 Э7 Э8 Э12
1.16	Визуализация и анализ биологических сетей /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э11 Э12
1.17	Область применения метода секвенирования по Сэнгеру /Ср/	8	10	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э4 Э8 Э11
1.18	Методы NGS: применение в современной биологии /Ср/	8	14	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э4 Э8 Э11



1.19	Методы биоинформатического анализа генетических данных /Ср/	8	14	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э6 Э7 Э11 Э12
1.20	Проблемы применения методов секвенирования для изучения микробных сообществ /Ср/	8	14,9	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э3 Э5 Э11 Э12
Раздел 2. Раздел 2. 2. Основы протеомики				
2.1	Протеомика: введение /Лаб/	8	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э3 Э6 Э12
2.2	Методы выделения и разделения белков и пептидов /Лаб/	8	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э7 Э10
2.3	Физико-химические методы изучения структуры белков /Лаб/	8	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э6 Э8
2.4	Прямое секвенирование белков по Эдману /Лаб/	8	10	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э7 Э9
2.5	Секвенирование белков с помощью масс-спектрометрии /Лаб/	9	18	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э4 Э6 Э11
2.6	Обработка данных протеомного анализа /Лаб/	9	18	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э4 Э8 Э13
2.7	Изучение белок-белковых взаимодействий /Лаб/	9	16	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э5 Э9 Э10
2.8	История развития протеомики /Ср/	9	12	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э6 Э9 Э10 Э11
2.9	Организация лаборатории для проведения протеомных исследований /Ср/	9	12	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э3 Э5 Э6



2.10	Область применения физико-химических методов изучения структуры белков на современном этапе /Ср/	9	4	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э6 Э10 Э11 Э12
2.11	Инструментальная база для проведения прямого секвенирования белков по Эдману /Ср/	9	4	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э5 Э6 Э11 Э12
2.12	Инструментальные варианты масс-спектрометрии в применении к белковым исследованиям /Ср/	9	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э4 Э9 Э11
2.13	Биоинформатический анализ спектрограмм /Ср/	9	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э2 Э8 Э11
2.14	Роль интерактомики в современных исследованиях функций белков /Ср/	9	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э10 Э12 Э13
Раздел 3. Раздел 3. Иная контактная работа				
3.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	5,1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8
3.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	9	11	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Устный опрос, доклад, ситуационные задачи

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примеры ситуационных задач

- Используя базы данных NCBI и онлайн-инструменты Primer3, Molbiol, подберите параметры для амплификации гена топоизомеразы I *Saccharomyces cerevisiae*: оптимальные праймеры, температурный режим, состав смеси для амплификации.
- Исходя из предложенного Вам значения оптической плотности ДНК в образце, с помощью онлайн-калькулятора сайта Molbiol определите концентрацию ДНК в образце.
- Подберите праймеры для выявления однонуклеотидного полиморфизма rs6500550 гена TRAP1 человека в ходе сиквенс-специфичной полимеразной цепной реакции. Укажите параметры реакции и размер конечного продукта.
- Используя базу данных dbSNP портала NCBI, а также ресурс restrictionmapper.org, подберите праймеры для определения точечного полиморфизма rs346432046 гена Hsp81.4 арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana*) с помощью полимеразной цепной реакции с полиморфизмом длин рестрикционных фрагментов. Укажите параметры реакции и размеры конечных продуктов.
- Исходя из предложенного отчёта программы FastQC определите качество данных секвенирования и укажите, какие нужно провести операции для улучшения качества этих данных.
- С помощью инструмента NCBI Nucleotide BLAST проведите сравнение предложенной нуклеотидной последовательности с референсной, взятой из базы данных.



7. Проведите аннотацию генов предложенной последовательности с помощью программы RAST. Сколько генов содержит данная последовательность? К каким семействам они относятся?
8. С помощью инструмента портала Molbiol определите массы, заряды и изоэлектрические точки предложенных белков. Предложите параметры гель-электрофореза для разделения этих белков в смеси.
9. Исходя из предложенного набора пептидов, полученных в результате идентификации белка масс-спектрометром, с помощью инструментов портала UniProt определите этот белок.
10. Расшифруйте запись аминокислотной последовательности, сделанную в формате FASTA.

Темы для докладов:

1. Метод ПЦР-опосредованного сайт-направленного мутагенеза: применение, преимущества и недостатки метода.
2. Амплификация рефрактерной мутационной системы: применение, преимущества и недостатки метода.
3. Сиквенс-специфическая ПЦР: применение, преимущества и недостатки метода.
4. Анализ полиморфизма длин рестриционных фрагментов: применение, преимущества и недостатки метода.
5. Лигирование синтетических олигонуклеотидов: применение, преимущества и недостатки метода.
6. Метод аллель-специфических олигонуклеотидов: применение, преимущества и недостатки метода.
7. ПЦР в реальном времени: разновидности, применение, преимущества и недостатки метода.
8. Анализ конформационного полиморфизма однострессовой ДНК: применение, преимущества и недостатки метода.
9. Денатурирующий градиентный гель-электрофорез: применение, преимущества и недостатки метода.
10. Метод гетеродуплексного анализа: применение, преимущества и недостатки метода.
11. Метод химического расщепления некомплемментарных сайтов: применение, преимущества и недостатки метода.
12. Метод ядерно-магнитного резонанса (ЯМР-спектроскопия): применение для изучения протеинов, преимущества и недостатки метода.
13. Рентгеноструктурный анализ в протеомике: применение, преимущества и недостатки метода.
14. Инфракрасная спектроскопия для определения структуры белков: области применения, преимущества и недостатки метода.
15. Рамановская спектроскопия в протеомике: применение, преимущества и недостатки метода.

Примеры вопросов для устного опроса

Раздел 1. Основы геномики.

- 1). Определение понятия геномика. Основные цели и задачи геномики.
- 2). Этапы развития геномики и её основные направления.
- 3). Основные достижения геномики в медицине и фундаментальной биологии.
- 4). Какие методы выделения нуклеиновых кислот Вы знаете?
- 5). Особенности выделения нуклеиновых кислот в связи с разновидностью биологического материала.
- 6). Особенности структуры геномов представителей разных доменов органической жизни.
- 7). Что такое генетический полиморфизм? Какие разновидности полиморфизмов существуют?
- 8). Каковы правила номенклатуры генетических полиморфизмов? Что такое база данных dbSNP?
- 9). Принцип метода полимеразной цепной реакции.
- 10). Какие основные варианты ПЦР Вы знаете?
- 11). Какие требования предъявляются к праймерам?
- 12). Как можно корректировать условия проведения ПЦР?
- 13). Сущность секвенирования по Сэнгеру.
- 14). Какие методы секвенирования существуют на настоящий момент?
- 15). В чём отличие методов секвенирования нового поколения?
- 16). Контроль качества на разных этапах геномного исследования.
- 17). Какие генетические базы данных Вы знаете?
- 18). Что такое сборка генома, контиг, скаффолд?
- 19). В чём заключается выравнивание геномов? Что такое референсный геном?
- 20). Что такое метагеном? Каковы трудности, связанные со сборкой метагенома?

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы для зачёта

1. Фенол-хлороформный метод выделения ДНК.
2. Выделение ДНК на сорбенте: колоночный метод.
3. Выделение ДНК на сорбенте: выделение с помощью силикагеля.
4. Метод выделения ДНК осаждением.
5. Спектрофотометрический метод измерения концентрации нуклеиновых кислот.
6. Флюориметрия для оценки концентрации нуклеиновых кислот.
7. Одномерный гель-электрофорез для определения качества ДНК. Капиллярный электрофорез.
8. Метод ПЦР-опосредованного сайт-направленного мутагенеза.



9. Амплификация рефрактерной мутационной системы.
10. Сиквенс-специфическая ПЦР.
11. Анализ полиморфизма длин рестриционных фрагментов.
12. ПЦР с лигированием синтетических олигонуклеотидов.
13. Метод ПЦР с применением аллель-специфических олигонуклеотидов.
14. ПЦР в реальном времени.
15. Анализ конформационного полиморфизма однонитевой ДНК.
16. Денатурирующий градиентный гель-электрофорез.
17. Метод гетеродуплексного анализа.
18. Метод химического расщепления некоплементарных сайтов.
19. Аффинная хроматография для разделения и выделения белков.
20. Высокоэффективная жидкостная хроматография в протеомике.
21. Двухмерный электрофорез в геле для разделения белков.
22. Рентгеноструктурный анализ в протеомике.
23. Инфракрасная спектроскопия для определения структуры белков.
24. Рамановская спектроскопия в протеомике.
25. Метод ядерно-магнитного резонанса (ЯМР-спектроскопия).
26. Секвенирование нуклеиновых кислот по Сэнгеру.
27. Метод секвенирования по Максаму – Гилберту.
28. Пиросеквенирование.
29. Секвенирование с лигированием.
30. Секвенирование с синтезом (платформа Illumina).
31. Ионно-полупроводниковое секвенирование.
32. Одномолекулярное секвенирование в реальном времени.
33. Секвенирование в нанопоре.
34. Прямое секвенирование белков по Эдману.
35. Секвенирование белков с помощью масс-спектрометра MALDI-TOF.
36. Секвенирование протеинов масс-спектрометром ESI-MS.
37. Тандемный масс-спектрометр для определения состава белков.
38. Молекулярный «фишинг»: парамагнитные частицы.
39. Молекулярный «фишинг»: биочипы.
40. Двугибридные клеточные системы.

6.4. Критерии оценивания

Устный опрос – средство контроля усвоения учебного материала темы или раздела дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися. Проводится согласно вопросам по разделам/темам дисциплины.

Критерии оценивания устного опроса:

5 баллов:

1. Владение понятийным аппаратом – Свободно, точно
2. Владение материалом по теме – Свободно, точно
3. Владение принципами принятия и реализации решений – Свободно, глубоко
4. Умение выявлять и анализировать проблемы – Свободно
5. Логичность изложения материала – Логично

4 балла:

1. Владение понятийным аппаратом – Неточно
2. Владение материалом по теме – Неточно
3. Владение принципами принятия и реализации решений – Неточно
4. Умение выявлять и анализировать проблемы – Неточно
5. Логичность изложения материала – Неточно

3 балла:

1. Владение понятийным аппаратом – С ошибками, затруднениями
2. Владение материалом по теме – С ошибками, затруднениями
3. Владение принципами принятия и реализации решений – С ошибками, затруднениями
4. Умение выявлять и анализировать проблемы – С ошибками, затруднениями
5. Логичность изложения материала – С ошибками



2 балла:

1. Владение понятийным аппаратом – Нет
2. Владение материалом по теме – Нет
3. Владение принципами принятия и реализации решений – Нет
4. Умение выявлять и анализировать проблемы – Нет
5. Логичность изложения материала – Нелогично

Оценка за устный ответ выставляется, исходя из накопленных баллов согласно следующей схеме:

- «отлично»: четыре критерия по 5 баллов, один – 4 балла;
- «хорошо»: четыре критерия по 4 балла, один – 3 балла;
- «удовлетворительно»: четыре критерия по 3 балла, один – 2 балла;
- «неудовлетворительно»: два и более критерия оценены на 2 балла.

Доклад – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определённой учебно-практической темы.

Критерии оценки докладов:

Оцениваемый параметр				Баллы
Качество доклада	соответствует теме, логично выстроен	5		
	соответствует теме, нелогично выстроен		4	
	частично соответствует теме			3
	не соответствует теме			2
Демонстрационный материал	представлен, точный, продемонстрирован	5		
	представлен, неточный, продемонстрирован		4	
	представлен, неточный, не продемонстрирован		3	
	не представлен или не соответствует сути материала		2	
Выводы	чёткие, соответствуют материалу			5
	нечёткие, соответствуют материалу			4
	не соответствуют материалу			3
	нет			2
Ответы на вопросы	точные, обоснованные		5	
	точные, необоснованные			4
	неточные			3
	нет			2

Оценка за доклад выставляется в соответствии с накопленными баллами:

- 18-20 баллов: «отлично»;
- 15-17 баллов: «хорошо»;
- 12-14 баллов: «удовлетворительно»;
- 8-11 баллов: «неудовлетворительно».

Ситуационные задачи – это вид учебного задания, имитирующий ситуации, которые могут возникнуть в реальной научно-практической действительности.

Критерии оценивания компетенций для решений ситуационных задач:

Критерии Балл

- Получен верный результат, студент верно понимает и может объяснить ход решения 5
- Полученный результат отличается от верного из-за ошибки вычислительного характера, однако принцип решения студент понимает верно 4
- Полученный результат отличается от верного из-за методической ошибки, принцип решения студент понимает не полностью 3
- Верный результат не получен, студент не может объяснить принцип решения 2



Формы контроля успеваемости

- 1) Текущий выборочный устный опрос при фронтальном опросе студентов в ходе обсуждения наиболее важных фрагментов изучаемой темы.
- 2) Решение ситуационных задач, направленных на интегральный контроль полученных студентами теоретических знаний.
- 3) Защита доклада на предложенную тему (оценивается умение структурировать материал, логичное изложение, наглядность в представлении, доступность усвоения материала студентами-сокурсниками). Текущая успеваемость студентов также оценивается по посещаемости занятий.
- 4) Итоговый контроль по дисциплине проводится по системе зачёт/незачёт по билетам. Каждый билет содержит 1 вопрос и 1 задачу. Оценка выставляется в соответствии со следующими критериями.

«Зачтено» – студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, верно решает задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи. Выводы студента логичны и полны. Студент ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по рассматриваемым вопросам. Допустимо, что студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, допускает неточности и ошибки.

«Не зачтено» – студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не умеет соединять теоретические положения с практикой.

Критерии для выставления зачёта автоматически

Дисциплина может быть зачтена на основании текущей успеваемости студента при следующих условиях:

- участие в устном опросе
- выполнение 2 докладов
- написание 2 рефератов
- решение задач на оценки не ниже 3

Зачёт «автоматом» выставляется на основании накопленных студентом баллов при наличии не менее 17 баллов.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Авдеева Л.В., Алейникова Т.Л., Андрианова Л.Е.	Биохимия: учебник (https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454619.html)	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020	ЭБС
Л1.2	Попов В. В.	Геномика с молекулярно-генетическими основами: [монография]	Москва: [Либроком, 2014]	
Л1.3	Иванищев В.В.	Молекулярная биология: учебник (https://znanium.ru/catalog/document?id=467118)	Москва : Издательский Центр РИОР, 2026	ЭБС
Л1.4	Ребриков Д. В., Коростин Д. О., Шубина Е. С., Ильинский В. В., Ребрикова Д. В.	NGS: высокопроизводительное секвенирование (https://e.lanbook.com/book/387620)	Москва : Лаборатория знаний, 2024	ЭБС
Л1.5	Уилсон К., Уолкер Д.	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии (https://e.lanbook.com/book/151579)	Москва : Лаборатория знаний, 2020	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Албертс Б.	Молекулярная биология клетки: научная литература (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=40085)	Москва : Мир, 1994	ЭБС
Л2.2	Лебедев А. Т., Артеменко К. А., Самгина Т. Ю.	Основы масс-спектрометрии белков и пептидов: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233467)	Москва : Техносфера, 2012	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.3	Коничев А. С., Севастьянова Г. А., Цветков И. Л.	Молекулярная биология: учебник для спо (https://urait.ru/bcode/565542)	Москва : Юрайт, 2025	ЭБС
Л2.4	Коничев А. С., Попов А. П., Шамшина Т. Н., Комаров А. Б., Цветков И. Л.	Молекулярная биология. Практикум: учебник для спо (https://urait.ru/bcode/565540)	Москва : Юрайт, 2025	ЭБС
Л2.5	Спирин А. С.	Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка: учебное пособие (https://e.lanbook.com/book/319211)	Москва : Лаборатория знаний, 2023	ЭБС
Л2.6	Степанов В. М., Спирин А. С.	Молекулярная биология. Структура и функции белков: учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 1996	
Л2.7	Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э.	Биоорганическая химия: учебник (https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970484340.html)	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024	ЭБС
Л2.8	Волькенштейн М. В.	Биофизика: учебное пособие для вузов (https://e.lanbook.com/book/465098)	Санкт- Петербург : Лань, 2025	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Bioinformatics Resource Portal ExpASy [Электронный ресурс]. URL: http://www.expasy.org
Э2	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . – Доступ к полным текстам после регистрации из сети ЧелГУ. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp
Э3	GenSAS [Электронный ресурс]. URL: http://www.gensas.org
Э4	Molbiol – классическая и молекулярная биология [Электронный ресурс] URL: http://molbiol.ru
Э5	Molbiotools [Электронный ресурс]. URL: http://www.molbiotools.com
Э6	Moodle [Электронный ресурс]: система дистанционного обучения : [база данных] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [б.г.]. – Доступ из сети ЧелГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: http://moodle.uio.csu.ru/login/index.php
Э7	National Center for Biotechnology Information: [Электронный ресурс]. URL: http://www.ncbi.nlm.nih.gov
Э8	OMICtools [Электронный ресурс]. URL: http://www.omictools.com
Э9	Primer3 [Электронный ресурс]. URL: http://www.frodo.wi.mit.edu
Э10	Protein DataBase [Электронный ресурс]. URL: http://www.rcsb.org
Э11	Restrictionmapper [Электронный ресурс]. URL: http://www.restrictionmapper.org
Э12	UniProt Universal Resource [Электронный ресурс]. URL: http://www.uniprot.org
Э13	Научная библиотека Челябинского государственного университета [Электронный ресурс] : [сайт] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [2001 -]. – Режим доступа: http://www.lib.csu.ru/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

R

Ubuntu Linux

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. –

2. Архив крупнейших научных зарубежных журналов (AnnualReviews, CambridgeUniversityPress, Nature, OxfordUniversityPress, RoyalSocietyofChemistry, SAGE, Science, Taylor&Francis, TheInstituteofPhysics, Wiley) (<https://arch.neicon.ru/xmlui/>)

3. Архив научных журналов : [сайт] / Национальный электронноинформационный консорциум (НП НЭИКОН). – URL: <http://arch.neicon.ru/xmlui/>. – Режим доступа: доступ только из сети университета. – Текст : электронный.



4. Справочник «Информо» (<http://www.informio.ru/>) ИНФОРМИО : электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научнопрактическими материалами]. – URL: <http://www.informio.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

5. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Помещения для организации учебных занятий (для всех дисциплин (модулей))

Учебная аудитория № 200:

Основное оборудование: учебные столы, совмещенные со скамейками; стол, стул преподавателя; доска ученическая; стол для обучающихся с инвалидностью, передвигающихся с использованием кресла-коляски; Технические средства обучения для проведения занятий: мультимедийное интерактивное оборудование (проектор, экран, акустическая система, трибуна с ПК). Программное обеспечение: Windows 10 (срок действия лицензии: бессрочно).

Помещения для организации самостоятельной работы (для всех дисциплин (модулей))

Учебная аудитория (компьютерный класс) № 337

Основное оборудование: учебная и специализированная мебель, учебная доска, автоматизированные рабочие места для обучающихся с доступом к Интернет ресурсам, рабочее место преподавателя,

оборудованное с выходом в сеть Интернет. Технические средства обучения для проведения занятий: мультимедийный комплекс портативный (ноутбук, демонстрационный экран, проектор). Учебно-методическая документация: пособия, плакаты, наглядный и раздаточный материал. Программное обеспечение: Windows 10 (срок действия лицензии: бессрочно), система ДО «Moodle» - свободно распространяемое ПО, Acrobat Reader - свободно распространяемое ПО. Неограниченный доступ в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации; к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В соответствии с учебным планом соответствующей специальности дисциплина «Функциональная биоинформатика» изучается студентами специалитета в 8 и 9 семестрах.

Успешное изучение курса требует от студента регулярного посещения практических занятий, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой.

Практические занятия по дисциплине дают возможность студентам проверить глубину усвоения учебного материала, направлены на совершенствование индивидуальных навыков, умение работать в коллективе.

Самостоятельная работа студентов является одним из основных разделов обучения. При этом студент обязан работать с научно-методической литературой, осваивать открытые базы данных. Постоянная активность на занятиях – залог успешной работы и положительной оценки.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), то есть дополнительное разъяснение учебного материала и углублённое изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

Текущая успеваемость студента оценивается на основании качества защиты рефератов, устных ответов на



семинарских занятиях, решения ситуационных задач. Оценивание производится по балльно-рейтинговой системе. Итоговым контролем служит зачёт. При наличии высокого балла по текущей успеваемости возможно выставление зачёта без ответа на вопросы («автомат»).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика специализация Биоинженерия и биоинформатика, Рабочая программа дисциплины «Функциональная биоинформатика», год набора 2026, очная форма обучения, принята:

Проректор по учебной работе утверждено 30.03.2026 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 8 от 27.02.2026

Председатель Ученого совета
биологического факультета согласовано Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания № 9 от 27.02.2026

Заведующий кафедрой согласовано А.Л. Бурмистрова

Автор (составитель) А.В. Евдокимов

Структура рабочей программы дисциплины соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО от 27.04.2022 № 291-1.