

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: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a48609a878808522525	Рабочая программа дисциплины "Эволюционная биоинформатика" по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Эволюционная 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:

Освоить методы анализа эволюционных процессов на популяционном и макроэволюционном уровнях.

Задачи дисциплины:

1. Дать представление об основных микроэволюционных факторах, действующих в популяциях.
2. Научить основным методам детекции событий естественного отбора в биологических последовательностях.
3. Сформировать навыки множественного выравнивания нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.
4. Дать навыки предсказания филогении и оценки её качества.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-5.1. Знает основные базы данных по геномной 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 баз 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.21

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Математика и математические методы в биологии

Молекулярная биология

Генетика и селекция

Теории эволюции

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

Математическое моделирование биологических процессов

Математика и математические методы в биологии

Молекулярная биология

Генетика и селекция

Теории эволюции

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



Математическое моделирование биологических процессов

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

Генетика человека

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 нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, форматы их хранения и размещения результатов обработки в научных публикациях.

Уметь:

Для достижения ОПК-5.2 уметь: разрабатывать и использовать методы автоматизированного сбора и предобработки нуклеотидных и аминокислотных последовательностей для дальнейшего анализа.

Владеть:

Для достижения ОПК-5.3 владеть: навыками множественного выравнивания и поиска генетических полиморфизмов 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 геномных и белковых последовательностей.

Уметь:

Для достижения ОПК-6.2 уметь: создавать алгоритмы для осуществления множественного выравнивания, анализа нуклеотидных и аминокислотных последовательностей на предмет вариации и следов эволюционных процессов.

Владеть:

Для достижения ОПК-6.3 владеть: навыками разработки компьютерных программ на языках высокого уровня bash, R, Python для решения задач сравнения нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Для достижения ОПК-5.1 знать: основные существующие хранилища нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, 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 геномных и белковых последовательностей.
3.2	Уметь:
3.2.1	Для достижения ОПК-5.2 уметь: разрабатывать и использовать методы автоматизированного сбора и предобработки нуклеотидных и аминокислотных последовательностей для дальнейшего анализа.
3.2.2	Для достижения ОПК-6.2 уметь: создавать алгоритмы для осуществления множественного выравнивания, анализа нуклеотидных и аминокислотных последовательностей на предмет вариации и следов эволюционных процессов.
3.3	Владеть:
3.3.1	Для достижения ОПК-5.3 владеть: навыками множественного выравнивания и поиска генетических полиморфизмов 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 сравнения нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	6 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 216 в том числе : аудиторные занятия : 100 самостоятельная работа : 65,7 часов на контроль : 36 контактная работа: 114,3 ИКР: 14,3	Виды контроля в семестрах: экзамены 9 зачеты 8

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Кварт	Часов	Литература
	Раздел 1. Раздел 1. 1. Основы геномики			
1.1	Генетическая изменчивость /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 Л2.9 Э2 Э4 Э8 Э13
1.2	Демографическая история популяции /Лек/	8	2	Э1 Э3 Э6 Э7
1.3	Поток генов /Лек/	8	2	Э2 Э3 Э4 Э8
1.4	Нейтральная эволюция /Лек/	8	2	Э1 Э4 Э11 Э12
1.5	Естественный отбор /Лек/	8	2	Э1 Э6 Э13
1.6	Аллель-частотная детекция отбора /Лек/	8	2	Э1 Э5 Э6
1.7	Детекция отбора на основе неравновесного сцепления /Лек/	8	2	Э2 Э4 Э5
1.8	Детекция отбора по межпопуляционным различиям /Лек/	8	2	Э2 Э6 Э7
1.9	Множественное выравнивание последовательностей /Лек/	9	1	Э1 Э6 Э7
1.10	Типология филогенетических деревьев /Лек/	9	1	Э2 Э4
1.11	Модель молекулярной эволюции /Лек/	9	2	Э3 Э6 Э7 Э10
1.12	Методы расстояний /Лек/	9	2	Э2 Э4 Э6
1.13	Методы максимальной парсимонии /Лек/	9	2	Э2 Э7 Э9
1.14	Методы максимального правдоподобия /Лек/	9	3	Э2 Э5 Э8 Э10
1.15	Тестирование филогении /Лек/	9	3	Э2 Э6 Э7 Э8 Э12
1.16	Оценка времени эволюции /Лек/	9	2	Э2 Э11 Э12



1.17	Область применения метода секвенирования по Сэнгеру /Ср/	8	9	Э2 Э7 Э8 Э9
1.18	Методы NGS: применение в современной биологии /Ср/	8	9	Э3 Э4 Э8 Э11
1.19	Методы биоинформатического анализа генетических данных /Ср/	8	9	Э1 Э6 Э7 Э11 Э12
1.20	Проблемы применения методов секвенирования для изучения микробных сообществ /Ср/	8	9,7	Э3 Э5 Э11 Э12
Раздел 2. Раздел 2. 2. Основы протеомики				
2.1	Протеомика: введение /Лаб/	8	6	Э2 Э3 Э6 Э12
2.2	Методы выделения и разделения белков и пептидов /Лаб/	8	6	Э1 Э7 Э10
2.3	Физико-химические методы изучения структуры белков /Лаб/	8	4	Э2 Э6 Э8
2.4	Прямое секвенирование белков по Эдману /Лаб/	9	12	Э1 Э7 Э9
2.5	Секвенирование белков с помощью масс-спектрометрии /Лаб/	9	14	Э2 Э4 Э6 Э11
2.6	Обработка данных протеомного анализа /Лаб/	9	12	Э4 Э8 Э13
2.7	Изучение белок-белковых взаимодействий /Лаб/	9	14	Э2 Э5 Э9 Э10
2.8	История развития протеомики /Ср/	9	3	Э1 Э6 Э9 Э10 Э11
2.9	Организация лаборатории для проведения протеомных исследований /Ср/	9	4	Э1 Э3 Э5 Э6
2.10	Область применения физико-химических методов изучения структуры белков на современном этапе /Ср/	9	4	Э2 Э6 Э10 Э11 Э12
2.11	Инструментальная база для проведения прямого секвенирования белков по Эдману /Ср/	9	4	Э2 Э5 Э6 Э11 Э12
2.12	Инструментальные варианты масс-спектрометрии в применении к белковым исследованиям /Ср/	9	4	Э1 Э4 Э9 Э11
2.13	Биоинформатический анализ спектрограмм /Ср/	9	4	Э2 Э5 Э6 Э11 Э12
2.14	Роль интерактомики в современных исследованиях функций белков /Ср/	9	6	Э10 Э12 Э13
Раздел 3. Раздел 3. Иная контактная работа				
3.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	3,3	
3.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	9	11	

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

Темы для докладов:

- Метод ПЦР-опосредованного сайт-направленного мутагенеза: применение, преимущества и недостатки метода.
- Аmplification рефрактерной мутационной системы: применение, преимущества и недостатки метода.
- Сиквенс-специфическая ПЦР: применение, преимущества и недостатки метода.
- Анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов: применение, преимущества и недостатки метода.
- Лигирование синтетических олигонуклеотидов: применение, преимущества и недостатки метода.
- Метод аллель-специфических олигонуклеотидов: применение, преимущества и недостатки метода.
- ПЦР в реальном времени: разновидности, применение, преимущества и недостатки метода.
- Анализ конформационного полиморфизма однострессовой ДНК: применение, преимущества и недостатки метода.
- Денатурирующий градиентный гель-электрофорез: применение, преимущества и недостатки метода.
- Метод гетеродуплексного анализа: применение, преимущества и недостатки метода.
- Метод химического расщепления некоплементарных сайтов: применение, преимущества и недостатки метода.
- Метод ядерно-магнитного резонанса (ЯМР-спектроскопия): применение для изучения протеинов, преимущества и недостатки метода.
- Рентгеноструктурный анализ в протеомике: применение, преимущества и недостатки метода.
- Инфракрасная спектроскопия для определения структуры белков: области применения, преимущества и недостатки метода.
- Рамановская спектроскопия в протеомике: применение, преимущества и недостатки метода.

Примеры вопросов для устного опроса

Раздел 1. Основы геномики.

- Определение понятия геномика. Основные цели и задачи геномики.
- Этапы развития геномики и её основные направления.
- Основные достижения геномики в медицине и фундаментальной биологии.
- Какие методы выделения нуклеиновых кислот Вы знаете?
- Особенности выделения нуклеиновых кислот в связи с разновидностью биологического материала.
- Особенности структуры геномов представителей разных доменов органической жизни.
- Что такое генетический полиморфизм? Какие разновидности полиморфизмов существуют?
- Каковы правила номенклатуры генетических полиморфизмов? Что такое база данных dbSNP?
- Принцип метода полимеразной цепной реакции.
- Какие основные варианты ПЦР Вы знаете?
- Какие требования предъявляются к праймерам?
- Как можно корректировать условия проведения ПЦР?
- Сущность секвенирования по Сэнгеру.
- Какие методы секвенирования существуют на настоящий момент?
- В чём отличие методов секвенирования нового поколения?
- Контроль качества на разных этапах геномного исследования.
- Какие генетические базы данных Вы знаете?
- Что такое сборка генома, контиг, скаффолд?
- В чём заключается выравнивание геномов? Что такое референсный геном?
- 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 однострессовой 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., Андреанова 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
--	---------------------	----------	-------------------	--------



	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
Л2.3	Корнеева О. С., Калаев В. Н., Нечаева М. С., Гойкалова О. Ю.	Молекулярная биология: лабораторный практикум: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=336018)	Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015	ЭБС
Л2.4	Спирин А. С.	Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка: учебное пособие (https://e.lanbook.com/book/319211)	Москва : Лаборатория знаний, 2023	ЭБС
Л2.5	Коничев А. С., Севастьянова Г. А., Цветков И. Л.	Молекулярная биология: учебник для спо (https://urait.ru/bcode/565542)	Москва : Юрайт, 2025	ЭБС
Л2.6	Степанов В. М., Спирин А. С.	Молекулярная биология. Структура и функции белков: учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 1996	
Л2.7		Биохимия и молекулярная биология: учебно-методическое пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457873)	Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2015	ЭБС
Л2.8	Тюкавкина Н.А.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям: учебное пособие (https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442098.html)	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017	ЭБС
Л2.9	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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Эволюционная биоинформатика" по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 12

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)

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).

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.

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 «Эволюционная 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 «Эволюционная биоинформатика», год набора 2026, очная форма обучения, принята:

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026 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.