

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 24.06.2025 13:00:18 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8727373	МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Рабочая программа дисциплины "Компьютерные технологии в биологии. Математическое моделирование биологических процессов." по направлению подготовки (специальности) 06.04.01 "Биология" направленности (профилю) Медико-биологические науки ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Компьютерные технологии в биологии. Математическое моделирование
биологических процессов.

Направление подготовки (специальность)

06.04.01 Биология

Направленность (профиль)

Медико-биологические науки

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

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

Челябинск 2025 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

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-6.1. анализирует пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании;

ОПК-8.1. определяет типы современной аппаратуры для полевых и лабораторных исследований в области профессиональной деятельности;

ПК-1.1

Использует базовые принципы планирования научных исследований и правила техники безопасности при работе с исследовательской аппаратурой в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры

Цель – освоение современных методов и компьютерных программ для получения данных, их подготовки к анализу, статистической обработки данных и визуализации результатов при помощи персональных компьютеров в различных направлениях научной работы биолога.

Задачи дисциплины:

- ознакомить биолога с теоретическими и практическими основами рационального и безопасного получения и хранения данных на персональном компьютере;

- ознакомить с теоретическими основами статистического анализа данных и построения статистических моделей;

- обучить практическим навыкам анализа данных и математического моделирования с использованием персонального компьютера и специализированного программного обеспечения;

- обучить правилам и приёмам визуализации данных и представления результатов анализа данных и моделирования в квалификационных и печатных работах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.01

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой теоретической и практической подготовкой в области высшей математики и информатики и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен обладать навыками владения персональным компьютером, работы в программах пакета MS Office, а также владеть основными понятиями биологической статистики, которые приобретаются на дисциплинах: «Математика и математические методы в биологии», «Информатика, современные информационные технологии», «Основы биометрического анализа и планирования эксперимента» бакалавриата.

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

Дисциплина «Компьютерные технологии в биологии. Математическое моделирование биологических процессов» призвана помочь магистрантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение магистерской диссертации.

Научно-исследовательская работа

Подготовка к защите и процедура защиты выпускной квалификационной работы

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

ОПК-6: Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок;

Знать:

Для достижения ОПК-6.1 знать: основы методологии науки; принципы анализа данных;

Уметь:

Для достижения ОПК-6.1 уметь: анализировать, разбивать решаемую задачу на этапы, обобщать полученные данные; выполнять полевые и лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств

Владеть:

Для достижения ОПК-6.1 владеть: приёмами решения задач в рамках направленности обучения



ОПК-8: Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

Знать:

Для достижения ОПК-8.1 знать: возможности использования современных компьютерных технологий при сборе, хранении, обработке, и анализе биологической информации; принципы и шаблоны представления научной информации;

Уметь:

Для достижения ОПК-8.1 уметь: применять современные компьютерные технологии;

Владеть:

Для достижения ОПК-8.1 владеть: методами и приёмами использования современных компьютерных технологий при сборе, хранении, обработке, и анализе биологической информации;

ПК-1: Способен использовать знание нормативных документов, регламентирующих организацию проведения научно-исследовательских работ для руководства рабочим коллективом и обеспечения мер производственной безопасности

Знать:

Для достижения ПК-1.1 знать: методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований.

Уметь:

Для достижения ПК-1.1 уметь: оформлять результаты научной работы; использовать современную аппаратуру и персональный компьютер в соответствии с направленностью программы обучения.

Владеть:

Для достижения ПК-1.1 владеть: приёмами оформления результатов научной работы с использованием профессиональных программных пакетов; приёмами работы на современной аппаратуре и ПК.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Для достижения ОПК-6.1 знать: основы методологии науки; принципы анализа данных;
3.1.2	Для достижения ОПК-8.1 знать: возможности использования современных компьютерных технологий при сборе, хранении, обработке, и анализе биологической информации; принципы и шаблоны представления научной информации;
3.1.3	Для достижения ПК-1.1 знать: методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований.
3.2	Уметь:
3.2.1	Для достижения ОПК-6.1 уметь: анализировать, разбивать решаемую задачу на этапы, обобщать полученные данные; выполнять полевые и лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств
3.2.2	Для достижения ОПК-8.1 уметь: применять современные компьютерные технологии;
3.2.3	Для достижения ПК-1.1 уметь: оформлять результаты научной работы; использовать современную аппаратуру и персональный компьютер в соответствии с направленностью программы обучения.
3.3	Владеть:
3.3.1	Для достижения ОПК-6.1 владеть: приёмами решения задач в рамках направленности обучения
3.3.2	Для достижения ОПК-8.1 владеть: методами и приёмами использования современных компьютерных технологий при сборе, хранении, обработке, и анализе биологической информации;
3.3.3	Для достижения ПК-1.1 владеть: приёмами оформления результатов научной работы с использованием профессиональных программных пакетов; приёмами работы на современной аппаратуре и ПК.



4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость		4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: экзамены 1
в том числе		
аудиторные занятия	50	
самостоятельная работа	48,8	
часов на контроль	36	
контактная работа: 59,2		
ИКР: 9,2		

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. 1. Рабочий компьютер биолога: устройство, оптимизация, безопасность			
1.1	Математические методы и компьютерные технологии: исторический экскурс /Лек/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Рабочий компьютер биолога. Устройство. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Рабочий компьютер биолога. Оптимизация. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.4	Рабочий компьютер биолога. Безопасность. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.5	Рабочий компьютер биолога: устройство, оптимизация, безопасность /Ср/	1	4,8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 2. 2. Источники поступления информации в компьютер для обработки: приборы, базы данных			
2.1	Компьютерные технологии для получения данных в биологических науках /Лек/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Получение информации с приборов и построение калибровочных (градуировочных) зависимостей. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Расчёты по калибровочным зависимостям. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.4	Моделирование нелинейных зависимостей /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



2.5	Источники поступления информации в компьютер для обработки: приборы, базы данных /Ср/	1	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 3. 3. Препроцессинг поступивших в компьютер данных: чистка, фильтрация, преобразования, расчётные показатели			
3.1	Препроцессинг полученных данных /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Препроцессинг поступивших в компьютер данных: чистка, фильтрация, преобразования, расчётные показатели /Ср/	1	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 4. 4. Компьютерный анализ фото-, аудио- и видеoinформации			
4.1	Обработка данных с использованием специализированного программного обеспечения /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Компьютерный анализ изображений в экологических исследованиях /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Компьютерный анализ изображений в медико-биологических исследованиях. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.4	Компьютерный анализ фото-, аудио- и видеoinформации /Ср/	1	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 5. 5. ГИС-технологии и анализ пространственных данных			
5.1	Статистическая обработка данных на компьютере /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Обработка пространственных данных. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	ГИС-технологии и анализ пространственных данных /Ср/	1	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 6. 6. Статистические модели и расчёты по ним			
6.1	Процедуры ресэмплинга в статобработке данных /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Статистические модели /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



6.3	Анализ пространственных данных /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.4	Описательная статистика в таблицах и графиках. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.5	Диагностическая эффективность методов и тест-систем. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.6	Статистические модели в задачах дифференциальной диагностики. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.7	Статистические модели и расчёты по ним /Ср/	1	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 7. 7. Многомерные техники эксплораторного анализа				
7.1	Многомерный статистический анализ количественных данных. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Многомерный статистический анализ качественных данных. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.3	Многомерные техники эксплораторного анализа /Ср/	1	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 8. 8. Современные компьютерные технологии в анализе данных				
8.1	Современные компьютерные технологии в анализе данных /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.2	Современные компьютерные технологии в анализе данных /Ср/	1	9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 9. 9. Математическое моделирование биологических процессов				
9.1	Математическое моделирование биологических процессов /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.2	Современные программные средства визуализации данных и статистического моделирования /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.3	Моделирование биологических процессов и систем в среде R. /Лаб/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



9.4	Математическое моделирование биологических процессов /Ср/	1	9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 10. Иная контактная работа			
10.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль, курсовая работа /ИКР/	1	9,2	Л1.5

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Фронтальный и письменный поименный опрос
Реферат с презентацией
Ситуационные задачи
Тест

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Вопросы для самостоятельного изучения, для фронтального и письменного поименного опроса

1. Вклад зарубежных учёных в развитие биостатистики (Гальтон, Пирсон, Спирмен, Фишер; учёные-современники: Кэттелл, Бокс и др.)
2. Вклад отечественных учёных в развитие биостатистики. Школа Колмогорова.
3. Нейронные сети и их разновидности
4. Генетические алгоритмы в решении практических задач
5. Дискретные распределения: биномиальное, пуассоновское, вырожденное биномиальное
6. Критика синтетического подхода к статистическому оцениванию
7. Преимущества Байесовского подхода к проверке гипотез
8. Разновидности способов преобразования данных
9. Критерий Фридмана и оценка конкордации по Кендаллу
10. Специфические меры ассоциации для качественных признаков
11. Преобразования шкалы в целях линеаризации нелинейных зависимостей
12. Специфические уравнения нелинейной регрессии в биологии
13. Многомерные методы разведочного анализа данных: зависимость результатов кластерного анализа от выбора мер расстояния между объектами, анализ соответствий, нелинейные главные компоненты.
14. Знакомство с онлайн-калькуляторами расчёта объёмов выборок.

Темы рефератов

1. Вклад учёного в развитие биостатистики (учёные-классики: Гальтон, Пирсон, Спирмен, Фишер; учёные-современники: Кэттелл, Бокс и др.).
2. Нейронные сети, их разновидности и использование в биологии и медицине (для прогноза, для визуализации данных).
3. Многомерные методы анализа данных в дисциплине (методы: варианты кластерного анализа, нелинейный анализ главных компонент, анализ главных координат и многомерное метрическое шкалирование, многомерное неметрическое шкалирование, множественный анализ соответствий; дисциплины: микробиология, биофизика, физиология человека и животных, генетика, экология).
4. Технологии добычи данных: цели, разновидности, алгоритмы, практическое использование в дисциплине (дисциплины: микробиология, биофизика, физиология человека и животных, генетика, экология).
5. Планирование научного эксперимента и наиболее популярные дизайны исследования в дисциплине (дисциплины: микробиология, биофизика, физиология человека и животных, генетика, экология).

Примеры ситуационных задач

1. Описательная статистика (среднее, 95% доверительный интервал, медиана и квартили) для исходных и преобразованных данных (преобразования логарифма, квадратного корня, угловое фи-преобразование)
2. Выборочные сравнения для случая двух групп. Выбор параметрического (t-критерий Стьюдента) или непараметрического (критерий Манна – Уитни) метода для количественных показателей или анализ таблицы сопряжённости (критерий хи-квадрат) для качественных признаков с обоснованием выбора. Написание



статистической части раздела «Материал и методы», описание результатов, график, вывод.

3. Выборочные сравнения для случая трёх и более групп. Выбор параметрического (дисперсионный анализ) или непараметрического (критерий Краскела – Уоллиса) метода сравнения или анализ таблицы сопряжённости (критерий хи-квадрат, анализ остатков) для качественных признаков с обоснованием выбора. Множественные сравнения. Написание статистической части раздела «Материал и методы», описание результатов, график, вывод.

4. Анализ зависимости. Выбор метода линейной регрессии с обоснованием. Уравнение регрессии, оценка качества подгонки с расчётом коэффициента детерминации, оценка статистической значимости. Написание статистической части раздела «Материал и методы», описание результатов, график, вывод.

Пример теста

Задание 1 (Блок по компьютерной безопасности)

1. Какое количество логических дисков плохо сказывается на безопасности и помехоустойчивости компьютера?

- А) Один
- Б) Два
- В) Три и более

2. В каком месте компьютера файлы с данными находятся в большей безопасности:

- А) На активном диске с операционной системой
- Б) На Рабочем столе
- В) На отдельном логическом диске

3. Ставшие ненужными программы правильнее:

- А) Деинсталлировать
- Б) Стирать папку с программой
- В) Пригодны оба варианта

4. Какие из перечисленных способов позволяют снизить риск потери важных файлов с данными?

- А) Хранение копий файлов на другом (других) компьютерах
- Б) Хранение копий файлов в облачных хранилищах
- В) Хранение копий файлов на флеш-карте или оптическом диске
- Г) Все перечисленные

5. Какие программы позволяют лучше организовать размещение папок и файлов с данными на компьютере?

- А) Утилиты для дефрагментации файлов
- Б) Файловые менеджеры
- В) Программы-архиваторы

Задание 2 (Блок по моделям)

1. Аналогово-цифровой преобразователь в приборе служит для того, чтобы:

- А) Увеличивать точность измерения путём фильтрации шумов
- Б) Дискретизировать сигнал для передачи в компьютер
- В) Увеличивать скорость обработки аналогичных сигналов

2. Какие модели позволяют получить более точный прогноз?

- А) Интерполяционные
- Б) Экстраполяционные
- В) Нелинейные

3. Выберите вариант, который не подходит для следующего высказывания: «Модели, полученные методом наименьших квадратов...»

- А) ... являются параметрическими
- Б) ... могут быть линейными
- В) ... имеют теоретическое значение, но не используются на практике
- Г) ... могут быть нелинейными

4. Нормализующие преобразования данных используются для того, чтобы:

- А) очистить их от резко выделяющихся наблюдений (выбросов)



- Б) сделать распределение менее дискретным
В) приблизить данные к требованиям модели
Г) все варианты

5. В каких современных статистических моделях ресемплинг осуществляется путём удаления части данных

- А) Бутстреп
Б) Складной нож
В) Моделирование Монте-Карло

6. Если для изучаемого явления отсутствует модель, полученная на основе теоретического анализа явления, то на практике можно использовать:

- А) модели сглаживания сплайнами
Б) полиномиальные модели
В) оба варианта

7. Какая из перечисленных моделей не используется для интерполяции пространственных данных

- А) многоуровневое сглаживание сплайнами
Б) редукция данных с обобщением
В) кригинг
Г) триангуляция

8. Какие многопараметрические модели позволяют лучше разобраться в биологической сути явления?

- А) многомерные статистические
Б) нейронные сети
В) генетические алгоритмы

9. Доверительный интервал для параметра модели или доверительные границы для регрессионной зависимости являются показателями:

- А) Состоятельности оценки
Б) Надёжности оценки
В) Несмещённости оценки

10. Предикторы в модели являются:

- А) независимыми переменными
Б) зависимыми переменными
В) это зависит от модели

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Экзаменационное задание состоит из теоретического вопроса и двух задач. Первая задача – на расчёт и построение научного графика, вторая – на умение определить подходящую технику анализа данных (например, корреляционная или регрессионная техника, параметрические методы или непараметрические) и соответственно преобразовать данные (трансформировать, вычислить необходимые величины из представленных в публикации «свернутых» данных и т.п.). В ряде случаев необходимо прокомментировать результаты и спланировать дальнейшее исследование.

Теоретические вопросы к экзамену

1. История становления использования математических методов в биологии. Качественные изменения методов анализа данных и моделирования биологических процессов с появлением ЭВМ. Этапы развития компьютерных технологий в биологии после 1960-х гг.
2. Рабочий компьютер биолога. Основные компоненты персонального компьютера. Операционная система и файловая структура. Основы компьютерной безопасности.
3. Получение данных КТ в обсервационных и полевых исследованиях. Дистанционные методы сбора информации. Подключение к ПК внешних приборов и устройств. Градуировка приборов. АЦП. Получение данных из специализированных баз данных в интернете.
4. Обработка данных с использованием специализированного ПО. Обработка аудио- и видеoinформации. Обработка данных, полученных на приборах (например: ИФА, проточная цитометрия, капиллярный электрофорез, микрочиповый анализ, компьютерная томография и т.п.)
5. Статистическая обработка данных на компьютере. Классификация биологических признаков и типы данных. Выбор адекватных статистических методов исходя из типа данных и задачи исследователя.
6. Регрессионный анализ и условия его применимости. Отличие задач регрессионных и корреляционных техник.



7. Регрессионный анализ и условия его применимости. Отличие задач регрессионных и корреляционных техник. Линейная регрессия для количественных показателей.
8. Регрессионный анализ и условия его применимости. Отличие задач регрессионных и корреляционных техник. Нелинейная регрессия для количественных показателей.
9. Регрессионный анализ и условия его применимости. Отличие задач регрессионных и корреляционных техник. Понятие о логистической регрессии для качественных показателей.
10. Множественная корреляция и регрессия. Понятие о частных коэффициентах корреляции и фиктивных переменных.
11. Многомерные методы разведочного анализа данных. Понятие об ординационных техниках и анализе главных компонент в биологических исследованиях.
12. Многомерные методы разведочного анализа данных. Понятие о кластерном анализе в биологических исследованиях.
13. Современные методы анализа данных. Понятие о технологиях «добычи данных», нейронных сетях и генетических алгоритмах. Понятие о факторном анализе. Модели факторного анализа.
14. Суперкомпьютеры и распределённые вычисления. Крупные проекты в области биологии и медицины, решаемые с использованием распределённых вычислений.
15. Математическое моделирование биологических процессов. Математическая биология и биоинформатика.

Типовая задача на расчёт и построение научной графики

1. В ходе эксперимента оценивалась токсичность проб воды на приборе «Биотестер» с использованием культуры парameций. Показатели токсичности одной пробы в шести последовательных измерениях составили:
0,24 0,23 0,27 0,32 0,35 0,39

Вычислить среднее и его стандартную ошибку, определить 95%-ные доверительные интервалы для среднего. Построить график динамики измерений в пакете Past или KyPlot. Чем настораживают полученные данные? Проведение какого эксперимента необходимо, если подобная картина наблюдается регулярно?

Типовые задачи на выбор техники анализа данных

1. Культуру фибробластов мыши С3Н10Т1/2 подвергали рентгеновскому облучению в дозе 8 Гр, выделяли фокусы трансформации, а из них получали клональные линии. Такие линии характеризовались высокой долей клеток с нарушениями числа хромосом (анеу- и полиплоидией). Через 2 пассажа отмечалось 30% аномальных клеток из 500 проанализированных. Через 20 пассажей – 28% из 1500 клеток. Следует ли трактовать результаты опыта как тенденцию к возврату культур в нормальное состояние или можно предположить индукцию радиацией нестабильного состояния генома?

2. Ввиду высоких затрат на экспериментальные исследования, для выявления предпочтительности использования одного из трех распространенных методов лабораторного анализа прибегли к экспертным оценкам. 5 экспертов оценили по шкале из 10 баллов эффективность каждого метода.

Эксперт					
Метод	1	2	3	4	5
А	9	10	7	7	8
Б	5	7	6	8	9
В	7	6	8	5	6

Можно ли на основании этих оценок принять решение или необходимо все-таки проводить эксперимент?

6.4. Критерии оценивания

Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Тесты из 5 заданий на контроль усвоения материала по 2 блокам: 1 – Компьютерная безопасность, 2 – Модели в биологии. Правильный ответ – 1 балл (максимум – 5 баллов).

Распределение оценок в зависимости от среднего значения набранных баллов в тесте

Оценка Неудовлетворительно Удовлетворительно Хорошо Отлично

Набранная сумма баллов

(% выполненных заданий) Менее 56 56-70 71-85 86-100

Требования (критериальные показатели) к устному фронтальному и письменному поименному опросу

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки,



отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность – Нет.

Логика изложения – Отсутствует логика в изложении материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность – Не всегда прослеживается четкость и структурированность.

Логика изложения – Не всегда прослеживается логика изложения материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

Хорошо:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Описание критериев оценивания компетенций для реферата

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность, логичность – Нет логичности, структурированности.

Наглядность – Нет.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал не содержит фактов, материалов, необходимых для формирования компетенций бакалавра- биолога или непонятен.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность, логичность – Не всегда прослеживается логичность.

Наглядность – Нет.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Доступен, не представлен в форме, затрудняющей восприятие, не все вопросы освещены.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

Хорошо:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Наглядность – Да.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:



Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Наглядность – Да.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения программы

Оценка Критерии оценки знаний студентов

Отлично Студент глубоко и полно владеет содержанием учебно-программного материала; исчерпывающе, последовательно, корректно и логически стройно его излагает. не затрудняясь с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, показывает знания монографического материала. правильно обосновывает принятие решения; владеет навыками и приёмами выполнения практических работ; обнаруживает умение самостоятельно ставить задачи, обобщать и излагать материал, формулировать выводы; при изложении материала осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Хорошо Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной и полнотой; в ответе на вопрос не допускает существенных неточностей; может правильно применить теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических задач.

Удовлетворительно Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Неудовлетворительно Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствует логика в изложении материала, с большими затруднениями выполняет практические задания, отсутствуют межпредметные связи.

Оценка экзаменационного задания рассчитывается как среднее число баллов, набранных в ходе устного ответа, решения задачи на расчёт по формуле и задачи на выбор техники анализа.

Распределение оценок в зависимости от среднего значения набранных баллов

Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Набранная сумма баллов (% выполненных заданий)	Менее 56	56-70	71-85	86-100

Критерии оценки устного экзаменационного ответа

Менее 56:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность – Нет.

Логика изложения – Отсутствует логика в изложении материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

56-70:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность – Не всегда прослеживается четкость и структурированность.

Логика изложения – Не всегда прослеживается логика изложения материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

71-85:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.



Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.
Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.
Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

86-100:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Критерии оценки решения задач

Менее 56:

Грамотность решения – Не понято условие задачи, неверно определён тип задачи, задача не решена.

Качество оформления – Низкое. Отсутствуют блоки в оформлении задачи (раздел «материал и методы», результаты, график, вывод).

56-70:

Грамотность решения – Задача решена некорректно (путаница мер оценки центральной тенденции, выбора параметрического или непараметрического критерия, задачи поиска связи и поиска зависимости, неправильный тип графика и т.п.)

Качество оформления – Низкое или хорошее. Имеются критичные недочёты: элементы интерфейса статистической программы в результатах (английский текст, неправильные сокращения), отсутствие нужных знаков в результатах (плюсы, минусы, скобки, запятые), неподписанные оси на графиках

71-85:

Грамотность решения – Задача решена корректно, но не полно: нарушен порядок представления данных, нет расчётного обоснования выбора нужного метода (критерия), не сошёлся ответ в результате невнимательного набора данных.

Качество оформления – Хорошее. Имеется ряд некритичных недочётов (путаница с заглавными и строчными буквами, число знаков округления результатов, десятичная точка вместо запятой, отсутствие грамотного названия осей на графиках и т.п.)

86-100:

Грамотность решения – Задача решена верно корректными методами.

Качество оформления – Высокое. Допустимы 1-2 некритичных недочёта.

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1	Нохрин Д. Ю.	Лабораторный практикум по биостатистике (http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007787/nohrindy)	Челябинск : Издательство Челябинского государственно го университета, 2018	ЭБС
ЛП.2	Мастицкий С. Э., Шитиков В. К.	Статистический анализ и визуализация данных с помощью R (http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73072)	Москва : ДМК Пресс, 2015	ЭБС
ЛП.3	Кумскова И.А.	Базы данных: учебник (https://book.ru/book/932018)	Москва : КноРус, 2019	ЭБС



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.4	Марков Ю. Г., Маркова И. В.	Математические модели химических реакций (https://e.lanbook.com/book/211346)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.5	Филимонова Е.В.	Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности: учебник (https://book.ru/book/949439)	Москва : КноРус, 2023	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Ляхович В.Ф., Молодцов В.А., Рыжикова Н.Б.	Основы информатики: учебник (https://book.ru/book/927691)	Москва : КноРус, 2018	ЭБС
Л2.2	Синаторов С.В.	Информационные технологии. Задачник: учебное пособие (https://book.ru/book/929469)	Москва : КноРус, 2018	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Статистика в медико-биологических исследованиях. Книги по медицине и статистике. [Электронный ресурс]. - URL: http://medstatistica.com/books.html
Э2	Arlequin ver 3.11. An Integrated Software for Population Genetics Data Analysis. [Электронный ресурс]. - URL: http://cmpg.unibe.ch/software/arlequin3
Э3	Department of Obstetrics and Gynaecology. StatTools : Resource Index (Subjects) [Электронный ресурс]. - URL: http://www.obg.cuhk.edu.hk/ResearchSupport/StatTools/ResourceIndex_Subjects.php
Э4	SISA: Simple Interactive Statistical Analysis. [Электронный ресурс]. - URL: http://www.quantitativeskills.com/sisa/
Э5	Web Pages that Perform Statistical Calculations! [Электронный ресурс]. - URL: https://statpages.info/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

KyPlot 5.0 Free

PAST

LibreOffice

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. 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 зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный
2. 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.
3. Президентская библиотека (<https://www.prilib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – Санкт-Петербург, 2009 – . – URL: <https://www.prilib.ru/>. – Текст : электронный.
4. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудиторные занятия по дисциплине «Компьютерные технологии в биологии. Математическое моделирование биологических процессов» проводятся в учебной аудитории на 30 – 100 мест с мультимедиа сопровождением: мультимедиа кафедры, проектор, экран.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе - методическом кабинете биологического факультета, оснащённом компьютерной техникой с необходимым программным обеспечением (статистический пакет PAST, геоэкономический пакет 3DView, расчётные файлы для процессора электронных таблиц типа MS Excel) и возможностью подключения к сети "Интернет".



Для осуществления самостоятельной работы по дисциплине в учебном корпусе имеются помещения для самостоятельной работы обучающихся – читальные залы библиотеки и компьютерный класс с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

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

Дисциплина «Компьютерные технологии в биологии. Математическое моделирование биологических процессов» представляет собой изучение основных теоретических предпосылок для грамотного статистического анализа данных, полученных в ходе натурных и лабораторных биологических экспериментов, а также получение практических навыков такого анализа с использованием специализированного программного обеспечения для ПК. В процессе изучения дисциплины проводится лабораторный практикум по отдельным темам курса. Лабораторные занятия имеют цель закрепить пройденный материал, расширить знания по изучаемым разделам и позволяют привить студентам навыки к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Перед выполнением лабораторных работ необходимо изучить лекционный материал, внимательно ознакомиться с объектами исследований, сделать предположения относительно полученных результатов, оформить отчет о проделанной работе и по требованию преподавателя защитить его. Защита отчета состоит в проверке преподавателем хода лабораторной работы, результатов, собеседовании по теме лабораторной работы.

Для качественного усвоения данной дисциплины необходимо посещать лекционные занятия и лабораторный практикум, выполнять задания для самостоятельной работы и подготовить реферат(ы). Самостоятельная работа студентов (СРС) наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. СРС предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации. При изучении данного курса вам предлагаются следующие виды самостоятельной работы: подготовка к лекциям, лабораторным работам, выполнение рефератов, решение задач.

Текущий контроль знаний проводится с помощью защиты рефератов с подготовкой презентаций в формате Power Point. Итоговый контроль усвоения содержания курса осуществляется на экзамене с использованием вопросов по дисциплине/

По завершении курса аспирант должен уметь четко идентифицировать задачу исследования, тип анализируемых данных, уметь выбирать корректные методы статистического анализа и математического моделирования явления. Он должен уметь воспользоваться программным обеспечением для реализации выбранного метода и составить отчет о решении прикладной задачи.

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, MSOffice365, 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. 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.

**06.04.01 Биология, ОПОП Медико-биологические науки, РПД
Компьютерные технологии в биологии. Математическое моделирование
биологических процессов, год набора 2025, форма обучения очная**

Проректор по учебной работе утверждено 24.02.2025 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Председатель Ученого совета

биологического факультета согласовано Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Заведующий кафедрой согласовано А. Л. Бурмистрова

Автор (составитель) Д.Ю. Нохрин

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ
ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**