

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 12.09.2025 09:52:59
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322523



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Компьютерные технологии в биологии. Математическое
моделирование биологических процессов» по направлению подготовки 06.04.01 Биология ФГБОУ
ВО «ЧелГУ»

стр. 1

**Фонд оценочных средств
промежуточной аттестации**

по дисциплине

**Компьютерные технологии в биологии. Математическое
моделирование биологических процессов**

Направление подготовки (специальность)
06.04.01 Биология

Направленность (профили)
Медико-биологические науки, Микробиология и вирусология, Генетика,
Радиационная биология, Гистология

Присваиваемая квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора: 2025

Челябинск, 2025

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 06.04.01 «Биология»

Направленность (профиль): «Медико-биологические науки, Микробиология и вирусология, Генетика, Радиационная биология, Гистология

Форма промежуточной аттестации: экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Изучение дисциплины «Компьютерные технологии в биологии. Математическое моделирование биологических процессов» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-6	Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок;	ОПК-6.1. анализирует пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании;	Для достижения ОПК-6.1 знать: основы методологии науки; принципы анализа данных; 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 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.	ОПК-8.1. определяет типы современной аппаратуры для полевых и лабораторных исследований в области профессиональной деятельности;	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; Для достижения ОПК-8.1 уметь: применять современные компьютерные технологии; 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	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	Для достижения ПК-1.1 знать: методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований. Для достижения ПК-1.1 уметь: оформлять результаты научной работы; использовать современную аппаратуру и персональный компьютер в соответствии с направленностью программы обучения. Для достижения ПК-1.1 владеть: приёмами оформления результатов научной работы с использованием профессиональных программных пакетов; приёмами работы на современной аппаратуре и ПК

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Виды оценочных средств*

№ п/п	Код контролируемой компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/ № задания
1	Для достижения ОПК-6.1 знать: основы методологии науки; принципы анализа данных; 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 Для достижения ОПК-6.1 владеть: приёмами решения задач в рамках направленности обучения	1. Рабочий компьютер биолога: устройство, оптимизация, безопасность 2. Источники поступления информации в компьютер для обработки: приборы, базы данных 3. Препроцессинг поступивших в компьютер данных: чистка, фильтрация, преобразования, расчётные показатели 4. Компьютерный анализ фото-, аудио- и видеоинформации 5. ГИС-технологии и анализ пространственных данных 6. Статистические модели и расчёты по ним 7. Многомерные техники эксплораторного анализа	Фронтальный и письменный поименный опрос Реферат с презентацией Тест Ситуационные задачи	Теоретические вопросы № 1–15 Задачи экзамена

		8. Современные компьютерные технологии в анализе данных 9. Математическое моделирование биологических процессов		
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; Для достижения ОПК-8.1 уметь: применять современные компьютерные технологии; Для достижения ОПК-8.1 владеть: методами и приёмами использования современных компьютерных технологий при сборе, хранении, обработке, и анализе биологической информации;	1. Рабочий компьютер биолога: устройство, оптимизация, безопасность 2. Источники поступления информации в компьютер для обработки: приборы, базы данных 3. Препроцессинг поступивших в компьютер данных: чистка, фильтрация, преобразования, расчётные показатели 4. Компьютерный анализ фото-, аудио- и видеоинформации и 5. ГИС-технологии и анализ пространственных данных 6. Статистические модели и расчёты по ним 7. Многомерные техники эксплораторного анализа 8. Современные	Фронтальный и письменный поименный опрос Реферат с презентацией Тест Ситуационные задачи	Теоретические вопросы № 1–15 Задачи экзамена

		компьютерные технологии в анализе данных 9. Математическое моделирование биологических процессов		
3	Для достижения ПК-1.1 знать: методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований. Для достижения ПК-1.1 уметь: оформлять результаты научной работы; использовать современную аппаратуру и персональный компьютер в соответствии с направленностью программы обучения. Для достижения ПК-1.1 владеть: приёмами оформления результатов научной работы с использованием профессиональных программных пакетов; приёмами работы на современной аппаратуре и ПК	1. Рабочий компьютер биолога: устройство, оптимизация, безопасность 2. Источники поступления информации в компьютер для обработки: приборы, базы данных 3. Препроцессинг поступивших в компьютер данных: чистка, фильтрация, преобразования, расчётные показатели 4. Компьютерный анализ фото-, аудио- и видеоинформации 5. ГИС-технологии и анализ пространственных данных 6. Статистические модели и расчёты по ним 7. Многомерные техники эксплораторного анализа 8. Современные компьютерные технологии в	Фронтальный и письменный опрос Реферат с презентацией Тест	Теоретические вопросы № 1–15 Задачи экзамена

		анализе данных 9. Математическое моделирование биологических процессов		
--	--	--	--	--

*Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Примечание: типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2. Содержание оценочных средств

Оценочные средства текущего контроля представлены базой вопросов для тестирования по 2 блокам (Компьютерная безопасность и Модели в биологии), вопросами для фронтального и письменного поименного опроса, темами рефератов с презентацией, ситуационными задачами; промежуточного контроля - вопросами и задачами для экзаменационного задания.

3.2.1. Вопросы для тестирования (2 блока х 2 варианта)

Вариант 1

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

Ответы: 1А, 2В, 3А, 4Г, 5Б

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 аналоговых 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

Ответы: 1Б, 2А, 3В, 4В, 5Б, 6В, 7Б, 8А, 9Б, 10А

Вариант 2

Задание 1 (Блок по компьютерной безопасности)

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

- А) Три и более
- Б) Два
- В) Один

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

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

3. Ставшие ненужными программы правильнее:

- А) Стирать папку с программой
- Б) Деинсталлировать
- 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) Программы-архиваторы
- В) Файловые менеджеры

Ответы: 1В, 2В, 3Б, 4Г, 5В

Задание 2 (Блок по моделям)

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

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

2. Какие модели позволяют получить более точный прогноз?

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

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

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

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) Складной нож
- Б) Бутстреп
- 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) триангуляция
- В) редукция данных с обобщением
- Г) кригинг

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

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

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

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

10. Предикторы в модели являются:

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

Ответы: 1А, 2Б, 3Г, 4В, 5А, 6В, 7В, 8В, 9В, 10Б

3.2.2. Темы рефератов с презентацией

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).

3.2.3 Вопросы 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.

3.2.4 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.

3.2.5. 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.

План ответа. Документированные исторические сведения об использовании математических методов: демография, медицина, биология. Кривые дожития и рост популяций. Сложные биологические модели. К1960-м годам было разработано много моделей и математических алгоритмов, которые не применялись на практике ввиду большой трудоёмкости расчётов. С появлением ЭВМ появилась возможность их практической реализации. Непараметрические методы, многомерные методы, ресэмплинг-техники, нейронные сети и технологии Data mining.

2. Рабочий компьютер биолога. Основные компоненты персонального компьютера. Операционная система и файловая структура. Основы компьютерной безопасности.

План ответа. Требования к персональному компьютеру для биологических исследований зависят от области биологии: для взаимодействия с приборами и статистического анализа данных не требуются мощные компьютеры, для работы с удалёнными базами данных через интернет и обработки видеoinформации требования к мощности повышенные. Основные компоненты классического ПК: системный блок, устройства ввода и вывода информации, периферийные устройства. Основные элементы системного блока. Понятие об операционной системе, известные ОС семейства Windows, Linux, Mac. Понятие о файловой системе, примеры известных файловых систем (FAT, NTFS, EXT, APFS и

др.). Компьютерная безопасность: от ОС и расположения информации до специализированного софта.

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.

План ответа. Источник информации для биологических исследований. Возможности КТ для обсервационных и полевых исследований в биологии. Анализ информации со спутников, радиометки, GPS-трекеры. Порты, используемые для подключения приборов к ПК, беспроводные стандарты взаимодействия с приборами. Понятие об аналогово-цифровом преобразователе и оцифровке растровых сигналов для последующей обработки и анализа на ПК. Онлайн-базы данных и их роль в современных молекулярно-генетических исследованиях в биологии и медицине.

4. Обработка данных с использованием специализированного ПО.

Обработка аудио- и видеоинформации. Обработка данных, полученных на приборах (например: ИФА, проточная цитометрия, капиллярный электрофорез, микрочиповый анализ, компьютерная томография и т.п.)

План ответа. Привести примеры применения приборов со специализированным программным обеспечением в биологии и медицине (микроскопия, ЭКГ, УЗИ, рентген, томография, ПЦР и др.). Оцифровка и сжатие аудио- и видеоинформации с использованием различных моделей и типичные результирующие форматы (mp3, mpeg, jpeg и др.). Физические принципы, используемые в современных приборах.

5. Статистическая обработка данных на компьютере. Классификация биологических признаков и типы данных. Выбор адекватных статистических методов исходя из типа данных и задачи исследователя.

План ответа. Количественные и качественные (порядковые и номинальные) признаки. Примеры, известные непрерывные и дискретные статистические распределения, используемые для моделирования биологических признаков (нормальное, логнормальное, биномиальное, отрицательное биномиальное, пуассоновское и др.). Задачи: описание данных, выборочные сравнения, поиск связей, поиск зависимостей, поиск структуры в больших массивах данных, специализированные задачи. Привести примеры статистических методов для решения какой-либо задачи для разных данных.

6. Регрессионный анализ и условия его применимости. Отличие задач регрессионных и корреляционных техник.

План ответа. История разработки регрессионного анализа и происхождение термина «регрессия». Регрессионный анализ применяется для исследования зависимостей. Важное практическое использование – моделирование зависимостей для прогноза. Данные неравноценные и делятся на предикторы и отклики. Разновидности регрессионного анализа: с двумя переменными и множественная, линейная и нелинейная, модель I и модель II регрессии.

7. Регрессионный анализ и условия его применимости. Отличие задач регрессионных и корреляционных техник. Линейная регрессия для количественных показателей.

План ответа. Регрессионный анализ применяется для исследования зависимостей. Важное практическое использование – моделирование зависимостей для прогноза. Данные неравноценные и делятся на предикторы и отклики. Понятие о разновидностях регрессионного анализа: с двумя переменными и множественная, линейная и нелинейная. Линейная регрессия на графике, её параметры (свободный член и коэффициент регрессии) и их смысл, нахождение параметров методом наименьших квадратов. Модель I и модель II регрессии.

8. Регрессионный анализ и условия его применимости. Отличие задач регрессионных и корреляционных техник. Нелинейная регрессия для количественных показателей.

План ответа. Регрессионный анализ применяется для исследования зависимостей. Важное практическое использование – моделирование зависимостей для прогноза. Данные неравноценные и делятся на предикторы и отклики. Понятие о разновидностях регрессионного анализа: с двумя переменными и множественная, линейная и нелинейная. Наиболее распространённые виды нелинейных зависимостей: полиномиальная, степенная, показательная, уравнения роста, уравнения кинетики, логистическая кривая.

9. Регрессионный анализ и условия его применимости. Отличие задач регрессионных и корреляционных техник. Понятие о логистической регрессии для качественных показателей.

План ответа. Регрессионный анализ применяется для исследования зависимостей. Важное практическое использование – моделирование зависимостей для прогноза. Данные неравноценные и делятся на предикторы и отклики. Понятие о разновидностях регрессионного анализа: с двумя переменными и множественная, линейная и нелинейная. Логистическая кривая и пробит-анализ для моделирования бинарного отклика. График логистической кривой. Широкое применение в биологии и

медицине для моделирования бинарных исходов в зависимости от величины количественного предиктора.

10. Множественная корреляция и регрессия. Понятие о частных коэффициентах корреляции и фиктивных переменных.

План ответа. Понятие о множественной корреляции и её задачах, понятие о множественной регрессии и её задачах. Примеры. Использование частных коэффициентов корреляции для устранения влияния сопутствующих переменных. Использование фиктивных переменных для задания качественных предикторов.

11. Многомерные методы разведочного анализа данных. Понятие об ординационных техниках и анализе главных компонент в биологических исследованиях.

План ответа. Понятие о многомерных методах анализа и их роли в условиях увеличения доступности данных по большому числу признаков в современной биологии и медицине. Принцип метода главных компонент, почему называется ординационной или проекционной техникой. Линейная комбинация латентных переменных для объяснения многомерной дисперсии. Использование графического критерия «каменистой осыпи» Кэттелла для выявления числа латентных переменных. Понятие о собственных числах как корнях характеристического уравнения и смысл критерия Кайзера.

12. Многомерные методы разведочного анализа данных. Понятие о кластерном анализе в биологических исследованиях.

План ответа. Понятие о многомерных методах анализа и их роли в условиях увеличения доступности данных по большому числу признаков в современной биологии и медицине. Кластерный анализ (КА) как метод поиска сходных объектов в многомерном пространстве. КА как метод обучения без учителя. Евклидово пространство и неевклидовы пространства в кластерном анализе. Понятие об агломеративных и дивизимных алгоритмах. Иерархический кластерный анализ и метод К-средних: различие задач. Кластерный анализ на графике – дендрограмма.

13. Современные методы анализа данных. Понятие о технологиях «добычи данных», нейронных сетях и генетических алгоритмах. Понятие о факторном анализе. Модели факторного анализа.

План ответа. Понятие о многопеременных техниках анализа и их роли в условиях увеличения доступности данных по большому числу признаков в современной биологии и медицине. Поиск закономерностей в больших массивах данных и технологии Data mining: от простейшего алгоритма «A priori» к сложным проприетарным алгоритмам. Понятие о нейронных сетях (НС), перцептрон как узел нейронной сети, понятие об

обучении НС. Преимущества и недостатки НС по сравнению со статистическими техниками. Генетические алгоритмы как реализации закономерностей биологической эволюции для решения математических задач. Факторный анализ как развитие идей анализа главных компонент. От разведочного факторного анализа к моделированию структурными уравнениями.

14. Суперкомпьютеры и распределённые вычисления. Крупные проекты в области биологии и медицины, решаемые с использованием распределённых вычислений.

План ответа. Принцип объединения компьютеров в кластеры. Параллельные вычисления. Распределённые вычисления путём объединения компьютеров посредством сети Интернет. Проекты по анализу пространственной структуры ДНК, белков, поиску новых лекарственных соединений и другие проекты добровольных вычислений. Biochemical Library, Cels@Home, CommunityTSC, Correlizer, Docking@Home, DrugDiscovery@Home, DNA@Home, evo@home, evolution@home, FightAIDS@Home, FightMalaria@Home, Folding@home, iGEM@Home, Neurona@Home Predictor@home Proteins@Home, Rosetta@home и др.

15. Математическое моделирование биологических процессов. Математическая биология и биоинформатика.

План ответа. История появления первых моделей биологических процессов. Типы моделей. Понятие об имитационном моделировании и методе Монте-Карло. Основные задачи, решаемые математической биологией. Биоинформатика как современная междисциплинарная область, объединяющая компьютерные технологии, генетику и статистику. Исследования на микрочипах как пример биоинформационной задачи.

3.2.6. Задачи экзамена

Типовая задача на расчёт и построение научной графики

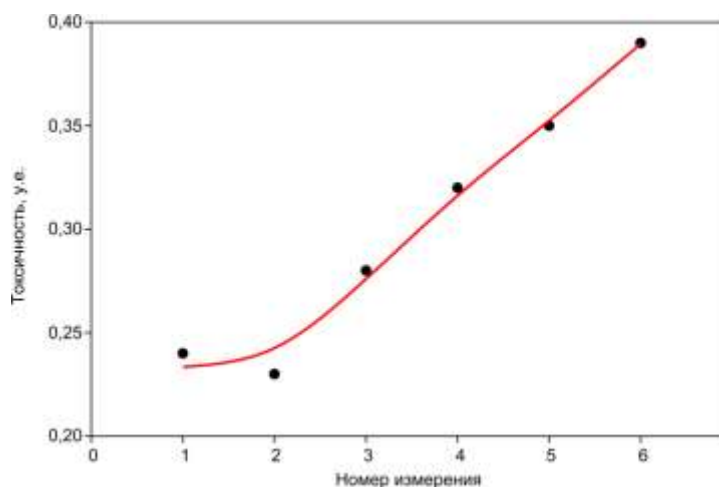
1. В ходе эксперимента оценивалась токсичность проб воды на приборе «Биотестер» с использованием культуры парameций. Показатели токсичности одной пробы в шести последовательных измерениях составили:

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?

Ответ. Среднее $\pm$ станд. ошибка: $0,302 \pm 0,00257$ (желательно пояснить по каким правилам проводилось округление). Коэффициент вариации – 20,9%.

Построен график зависимости токсичности от порядкового номера измерения и проведено сглаживание сплайном с показателем сглаживания равным 1.



Данные настораживают тенденцией увеличения значений в ряду. Возможно: не прогрелся прибор, восприятие токсичности меняется во времени или др. Нужен эксперимент, в ходе которого будет получен более длинный ряд значений. Возможно получится график с выходом на плато. Он поможет найти момент времени, когда в серии последовательных измерений их изменения будут носить случайный характер.

Типовые задачи на выбор техники анализа данных

1. Культуру фибробластов мыши СЗН10Т1/2 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?

Ответ. Речь идёт о сравнении двух частот, поэтому построим таблицу сопряжённости 2×2 , рассчитав недостающие данные из имеющихся.

30% от 500 равно 150, 28% от 1500 равно 420.

Номер	Аномальные	Нормальные	Всего
-------	------------	------------	-------

пассажа	клетки	клетки	
2 пассажа	150	350	500
20 пассажей	420	1080	1500

Нулевая гипотеза H_0 : доля аномальных клеток не изменилась

Альтернативная гипотеза H_A : доля аномальных клеток изменилась

По результатам проверки H_0 с помощью критерия хи-квадрат Пирсона, установлено, что доля аномальных клеток не изменилась статистически значимо: $\chi^2_{(1)}=0,74$; $P=0,391$. Значит 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.

Метод	Эксперт				
	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?

Ответ. Эксперимент можно не проводить, если между экспертами будет наблюдаться согласие в ранжировании методов или, что аналогично в вычислительном отношении, между методами будут наблюдаться различия в средних рангах. Воспользуемся критерием Фридмана, а по его результатам рассчитаем коэффициент конкордации Кендалла. В пакете KUPLOT получены следующие результаты.

Friedman Test Without Replication						
	Group (Column)					
Block (Row)	Group1	Rank	Group2	Rank	Group3	Rank
Block1	9	3	5	1	7	2
Block2	10	3	7	2	6	1
Block3	7	2	6	1	8	3
Block4	7	2	8	3	5	1
Block5	8	2	9	3	6	1
	Group1	Group2	Group3			

Mean	8,2	7	6,4			
Rank Sum	12	10	8			
Rank Mean	2,4	2	1,6			
Friedman Statistic						
Chi-Square	1,6	Not Significant (P>0,05)				
DF	2					
P-Value	0,4493					

Коэффициент конкордации W:

$$W = \frac{\chi^2}{b(a-1)}$$

где a — число групп, b — число повторностей для группы.

$a=3$ (метода), $b=5$ (экспертов)

$W=1,6/10=0,16$.

Таким образом, между экспертами не наблюдалось согласия в оценках эффективности трёх методов: $W=0,16$; $P=0,449$. Необходимо провести эксперимент.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Порядок проведения 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.

4.2 Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

4.2.1 Критерии оценивания устного экзаменационного ответа

Показатели	Баллы			
	Менее 56	56-70	71-85	86-100
Полнота ответа	Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи	Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.	Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью	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	Нет	Не всегда прослеживается четкость и структурированность	Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен	Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен
Логика изложения	Отсутствует логика в изложении материала	Не всегда прослеживается логика изложения материала	Корректно и логически стройно его излагает ответ	Корректно и логически стройно его излагает ответ
Ответы на дополнительные вопросы	Нет	Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью	Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью	Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью

4.2.2 Критерии оценивания решения задач

Показатели	Баллы			
	Менее 56	56-70	71-85	86-100
Грамотность решения	Не понято условие задачи, неверно определён тип задачи, задача не решена.	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.)	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.	Задача решена верно корректными методами.
Качество оформления	Низкое. Отсутствуют блоки в оформлении задачи (раздел «материал и методы», результаты, график, вывод).	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	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.)	Высокое. Допустимы 1-2 некритичных недочёта.

4.3 Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Результаты промежуточной аттестации

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

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

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

- «1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);
- «2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;
- «3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;
- «4 уровень» - творчески использовать полученные знания.

Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

**06.04.01 Биология, ОПОП Медико-биологические науки,
Микробиология и вирусология, Радиационная биология, Гистология,
Генетика, ФОС 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**