

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 12.09.2025 09:55:52  
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<br>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:<br>возможности использования современных компьютерных технологий при сборе, хранении, обработке, и анализе биологической информации;<br>принципы и шаблоны представления научной информации;<br>Для достижения ОПК-8.1 уметь:<br>применять современные компьютерные технологии;<br>Для достижения ОПК-8.1 владеть:<br>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     | <p>Для достижения ОПК-6.1 знать: основы методологии науки; принципы анализа данных;</p> <p>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</p> <p>Для достижения ОПК-6.1 владеть: приёмами решения задач в рамках направленности обучения</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рабочий компьютер биолога: устройство, оптимизация, безопасность</li> <li>2. Источники поступления информации в компьютер для обработки: приборы, базы данных</li> <li>3. Препроцессинг поступивших в компьютер данных: чистка, фильтрация, преобразования, расчётные показатели</li> <li>4. Компьютерный анализ фото-, аудио- и видеоинформации</li> <li>5. ГИС-технологии и анализ пространственных данных</li> <li>6. Статистические модели и расчёты по ним</li> <li>7. Многомерные техники эксплораторного анализа</li> </ol> | <p>Фронтальный и письменный поименный опрос</p> <p>Реферат с презентацией</p> <p>Тест</p> <p>Ситуационные задачи</p> | <p>Теоретические вопросы № 1–15</p> <p>Задачи экзамена</p>              |

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

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                 |                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | компьютерные технологии в анализе данных<br>9. Математическое моделирование биологических процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                 |                                                            |
| 3 | <p>Для достижения ПК-1.1 знать: методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований.</p> <p>Для достижения ПК-1.1 уметь: оформлять результаты научной работы; использовать современную аппаратуру и персональный компьютер в соответствии с направленностью программы обучения.</p> <p>Для достижения ПК-1.1 владеть: приёмами оформления результатов научной работы с использованием профессиональных программных пакетов; приёмами работы на современной аппаратуре и ПК</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рабочий компьютер биолога: устройство, оптимизация, безопасность</li> <li>2. Источники поступления информации в компьютер для обработки: приборы, базы данных</li> <li>3. Препроцессинг поступивших в компьютер данных: чистка, фильтрация, преобразования, расчётные показатели</li> <li>4. Компьютерный анализ фото-, аудио- и видеоинформации</li> <li>5. ГИС-технологии и анализ пространственных данных</li> <li>6. Статистические модели и расчёты по ним</li> <li>7. Многомерные техники эксплораторного анализа</li> <li>8. Современные компьютерные технологии в</li> </ol> | <p>Фронтальный и письменный опрос</p> <p>Реферат с презентацией</p> <p>Тест</p> | <p>Теоретические вопросы № 1–15</p> <p>Задачи экзамена</p> |

|  |  |                                                                                    |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | анализе данных<br>9. Математическое<br>моделирование<br>биологических<br>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. К 1960-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**

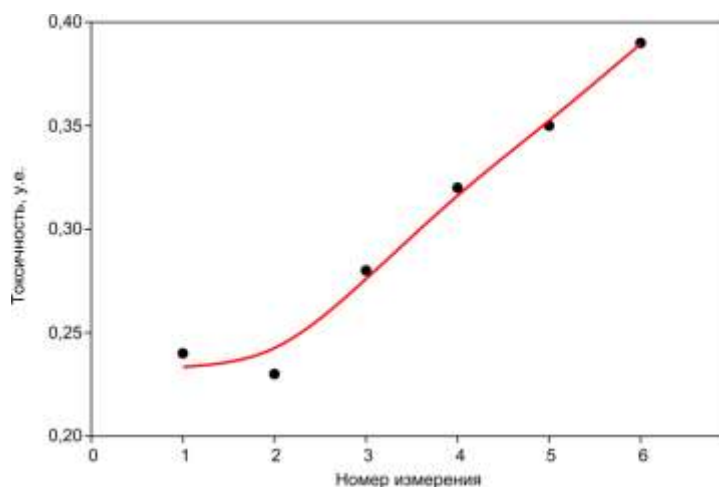
1. В ходе эксперимента оценивалась токсичность проб воды на приборе «Биотестер» с использованием культуры парameций. Показатели токсичности одной пробы в шести последовательных измерениях составили:

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  $2 \times 2$ , 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 KPlot 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 не критичных 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 не критичных 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**