

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Владимирович
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.07.2026 09:51:24
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bf098f3b6cb77a486b9a8788b8322323



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

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в
генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология
направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1	стр. 1 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)**

Статистика в генетике

**Направление подготовки (специальность)
06.04.01 Биология**

**Направленность (профиль)
Генетика**

**Присваиваемая квалификация
Магистр**

**Форма обучения
очная**

Год набора 2026

Челябинск, 2026г.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 2 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

06.04.01 Биология, направленность (профиль) Генетика, фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине: «Статистика в генетике», год набора 2026, очная форма обучения:

Утвержден:

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026 А.А. Саламатов

Согласован:

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания от «27» февраля 2026 г. № 8

Председатель Ученого совета

Биологического факультета согласовано

Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания от «20» февраля 2026 г. №7

Заведующий кафедрой

согласовано

А.В. Аклеев

Автор (составитель)

В.С. Никифоров

Структура фонда оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27.09.2022 г. № 573-1 «Об утверждении шаблонов документов».

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 3 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 4 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки (специальности): **06.04.01 Биология**

Направленность (профиль): **Генетика**

Дисциплина: **Статистика в генетике**

Семестр(ы) изучения: **1**

Форма (ы) промежуточной аттестации: **зачет**

2. Перечень формируемых компетенций

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Статистика в генетике» направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.1 Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, аргументировано формулирует собственные суждения и оценки. УК-1.2 Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации	Знать: УК-1.1: основные законы теории вероятностей, комбинаторики и математической статистики. УК-1.2: возможности современных программных средств. Уметь: УК-1.1: проводить анализ принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции. УК-1.2: работать в качестве пользователя в статистических пакетах; самостоятельно формулировать задачи математической статистики; правильно применять различные статистические критерии. Владеть: УК-1.1: основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем; приемами планирования эксперимента. УК-1.2: параметрическими и непараметрическими методами оценки, сравнения и характеристики данных

				МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».							
Версия документа - 1		стр. 5 из 25		Первый экземпляр _____		КОПИЯ № _____	

ПК-2 Способен использовать в научной производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов генетических дисциплин.	ПК-2.1 Имеет представление об основных методах генетики и молекулярной биологии. ПК-2.3 Анализирует основные методы исследования, применяемые в современной генетике.	медико-биологических исследований. Знать: ПК-2.1: принципы структурной и функциональной организации биологических объектов. Уметь: ПК-2.3: выбирать адекватные поставленным задачам специализированные статистические пакеты для анализа генетических данных. Владеть: ПК-2.3: методами количественной оценки наследуемости и повторяемости признаков человека, растений и животных.
--	--	--

3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1.1 Знать: основные законы теории вероятностей, комбинаторики и математической статистики. 1.2 Знать: возможности современных программных средств.	1. Понятие о качественных и количественных признаках. Основные генетико-статистические величины и их применение.	1	1 1-19	Тестовые задания. Вопросы к зачету № 1-19.
	1.1 Уметь: проводить анализ принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции. 1.2 Уметь: работать в качестве пользователя в статистических пакетах; самостоятельно формулировать задачи математической статистики; правильно	5. Показатели связи между признаками. Измерение связи. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.	1	2 1-19	Расчетные задачи. Вопросы к зачету № 1-19.



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

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в
генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология
направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 6 из 25

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	применять различные статистические критерии.				
	1.1 Владеть: основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем; приемами планирования эксперимента. 1.2 Владеть: параметрическими и непараметрическими методами оценки, сравнения и характеристики данных медико-биологических исследований.	9. Критерии эффективности отбора в животноводстве.	1	3, 4 1-19	Темы для ЭССЕ. Ситуационные задачи. Вопросы к зачету № 1-19.
ПК-2 Способен использовать в научной производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов генетических дисциплин.	2.1 Знать: принципы структурной и функциональной организации биологических объектов.	2. Показатели изменчивости признаков. Основные характеристики вариационного ряда. Малые выборки и их особенности	1	1 1-19	Тестовые задания Вопросы к зачету № 1-19.
	2.3 Уметь: выбирать адекватные поставленным задачам специализированные статистические пакеты для анализа генетических данных.	3. Анализ распределения. Нормальное распределение и его закономерности. Примеры типов распределения случайных величин. 6. Дисперсионный анализ. Т-критерий Стьюдента.	1	2 1-19	Расчетные задачи Вопросы к зачету № 1-19.
	2.3: Владеть методами количественной оценки наследуемости и повторяемости признаков человека, растений и животных.	7. Непараметрические методы: критерий χ^2 , точный критерий Фишера, критерий Манна-Уитни. 8. Пакеты статистических программ и работа с ними	1	3, 4 1-19	Темы для ЭССЕ. Ситуационные задачи. Вопросы к зачету № 1-19.

				МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».							
Версия документа - 1		стр. 7 из 25		Первый экземпляр _____		КОПИЯ № _____	

3.2 Содержание оценочных средств

1. Тестовые задания (с выбором одного или нескольких правильных ответов)

Вопрос 1. Исследователь изучает количество поросят в помете у свиней. К какому типу данных относится этот признак и какой параметр будет наиболее адекватным для описания центра распределения, если в выборке присутствуют аномальные выбросы?

- А) Качественные номинальные; мода.
- Б) Количественные непрерывные; среднее арифметическое.
- В) Количественные дискретные; медиана.
- Г) Качественные порядковые; лимит.

Вопрос 2. Чему равна вероятность того, что количественный признак у особи, имеющий нормальное распределение, окажется в диапазоне от $M - 2.58\delta$ до $M + 2.58\delta$?

- А) 0,68
- Б) 0,95
- В) 0,99
- Г) 1,00

Вопрос 3. В каком случае при использовании дисперсионного анализа (ANOVA) необходимо дополнительно проводить попарные сравнения (post-hoc тесты)?

- А) Если F-статистика меньше критического значения.
- Б) Если сравниваются средние значения только двух групп.
- В) Если нулевая гипотеза о равенстве средних в трех и более группах была отвергнута.
- Г) Если данные не имеют нормального распределения.

2. Расчетные задачи

Задача 1. При скрещивании двух линий растений средняя высота стебля у F1F₁ составила 50 см. В поколении F2F₂ наблюдалось расщепление, при этом среднее квадратическое отклонение (δ) составило 10 см. Рассчитайте коэффициент вариации (CVCV) для поколения F2F₂. Оцените степень изменчивости признака (слабая, средняя или высокая), основываясь на теоретических положениях о корреляции и вариации.

Задача 2. Коэффициент корреляции между удоем коров-матерей и их дочерей составил $r = 0,25$.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 8 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Рассчитайте коэффициент наследуемости (h^2) данного признака.
 Сделайте вывод о том, какая доля изменчивости удоя в данной популяции обусловлена генетическими факторами, а какая — влиянием среды.

3. Темы для эссе

«Преимущества и ограничения использования коэффициента наследуемости (h^2) в современной селекции». (В эссе необходимо раскрыть связь между генетическим разнообразием и эффективностью отбора, а также объяснить, почему h^2 не является константой для вида).

«Проблема малых выборок в генетических исследованиях: риски ложноположительных результатов и методы их минимизации». (Обсуждение критерия Стьюдента, точного критерия Фишера и важности проверки на нормальность распределения).

«Сравнительный анализ возможностей пакетов SPSS и Statistica для обработки популяционно-генетических данных».

4. Ситуационные задачи (Кейсы)

Кейс 1 (Выбор метода анализа):

Генетик изучает влияние нового кормового рациона на массу тела молодняка. В эксперименте участвуют 4 группы животных: контрольная и три опытных (с разной дозировкой добавки). Объем каждой группы — 15 голов. Распределение признака в группах близко к нормальному.

Задание: Обоснуйте выбор статистического критерия для проверки гипотезы о влиянии добавки на массу тела. Какие действия необходимо предпринять, если окажется, что дисперсии в группах существенно различаются (нарушено условие гомоскедастичности)?

Кейс 2 (Интерпретация генетических ассоциаций):

С помощью программного обеспечения SNPStats был проведен анализ ассоциации однонуклеотидного полиморфизма (SNP) с уровнем холестерина в крови. Получено p -значение = 0,04 для доминантной модели наследования и p -значение = 0,67 для рецессивной.

Задание: Объясните, как интерпретировать эти результаты. Можно ли утверждать о наличии статистически значимой связи? Какой порог значимости традиционно используется в таких исследованиях и почему исследователь может захотеть его ужесточить?

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 9 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Кейс 3 (Непараметрический подход):

Исследователь сравнивает устойчивость к вирусу двух редких генотипов растений. В первой группе 5 растений, во второй — 6. Балл устойчивости измеряется по порядковой шкале (1–5).

Задание: Какой метод (параметрический или непараметрический) следует выбрать в данной ситуации? Рассчитайте (теоретически), какие условия должны быть соблюдены для применения U-критерия Манна-Уитни в данном контексте.

Теоретические вопросы к зачету «Статистика в генетике»

1. Качественные признаки. Количественные признаки. Модели наследования количественных признаков.

Качественные признаки – категориальные данные; могут быть номинальными (категории альтернативные, неупорядоченные, такие как пол м/ж, группа крови А/В/АВ/0) или порядковыми, ранговыми (категории альтернативные, могут быть упорядоченными, такие как стадия заболевания легкая/средняя/тяжелая). Бинарный качественный признак – есть только две возможных категории, например, жив/мертв, болен/здоров. Измерение может принадлежать только к одной из категорий переменных.

Количественные признаки выражаются в числовых значениях. Дискретные данные – переменные могут принимать только определенные числовые значения (число особей в помете). Непрерывные данные – переменная может принимать любое значение (масса тела, рост, большинство хозяйственно-полезных признаков).

Количественным признакам невозможно дать точной качественной характеристики, между особями наблюдаются постепенные малозаметные переходы, а при расширении не образуются четко выделяемые фенотипические классы.

Изменчивость подобных признаков в популяции является непрерывной, что связано с действием многих генов, полигенов. Каждый из полигенов оказывает незначительное влияние на изменчивость количественного признака. Для характеристики популяции животных по количественным признакам невозможно использовать генетические параметры частоты и распределения генов. Закономерности наследования количественных признаков:

1) Средняя арифметическая признака у животного F₁, как правило, бывает промежуточной между средними арифметическими у родительских форм, а изменчивость признака, выражаемая величиной среднего квадратического отклонения, близка к изменчивости признака у родителей. Кривая изменчивости признака животных F₁ распределяется между кривыми родителей.

2) Между средними величинами признака у животных F₁ и F₂ различия недостоверны. Однако фенотипическая изменчивость животных F₂, выраженная в

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 10 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

средних квадратичных отклонениях или вариантах, значительно выше, чем у животных F1, что свидетельствует о расщеплении генотипов.

3) Кривые изменчивости животных, полученные от обратного скрещивания, сдвинуты ближе к кривым распределения тех родителей, с которыми было произведено скрещивание.

4) Кривая распределения особей третьего поколения, полученных из разных частей вариационного ряда второго поколения, располагается в зависимости от того, из какой части вариационного ряда взяты для скрещивания особи второго поколения.

2. Биометрия. Основные генетико-статистические величины и их применение.

Биометрия (от греч. *bios* — жизнь и *metreo* — измеряю) — направление биологических исследований, в которых находит широкое применение совокупность приемов математической обработки исследуемых данных (массовые измерения различных признаков организмов, популяций, биоценозов). Основными генетико- статистическими величинами можно назвать следующие параметры.

Средняя арифметическая – основной параметр, характеризующий совокупность изучаемого признака. Она показывает, какое значение признака наиболее характерно в целом для конкретной совокупности объектов. Средняя взвешенная представляет собой результат усреднения средних арифметических нескольких совокупностей.

При изучении изменчивости (вариабельности) признака особей данной совокупности применяют следующие параметры: лимит ($\text{lim} = V_{\text{max}} - V_{\text{min}}$), среднее квадратическое (стандартное) отклонение (δ), коэффициент вариации или изменчивости (CV, %). Наиболее простой показатель варьирования признака – величина лимита.

Лимиты характеризуют минимальную и максимальную величины изучаемого признака в выборочной совокупности и указывает на амплитуду вариации. Чем больше разность между максимальной и минимальной вариантой, тем значительнее изменчивость признака. Чаще используются два других параметра. Среднее квадратическое отклонение или сигма (δ) позволяет судить о степени разнообразия признака в абсолютных величинах. Она выражается в тех же единицах, что и средняя арифметическая (в кг, см, л, % и т.д.). Сигма показывает, насколько однородна или разнообразна группа объектов по изучаемому признаку. Чем больше величина сигмы, тем выше изменчивость, и наоборот. Вся изменчивость признака укладывается от средней арифметической в пределах $\pm 3\delta$ (правило плюс-минус трех сигм). Для сопоставления изменчивости разноименных признаков и для выявления уровней изменчивости у одноименных признаков разных совокупностей при больших различиях средних арифметических величин сравниваемых групп

				МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».							
Версия документа - 1		стр. 11 из 25		Первый экземпляр _____		КОПИЯ № _____	

удобнее пользоваться коэффициентом изменчивости (CV), который показывает изменчивость в относительных величинах – в процентах.

3. Основные характеристики вариационного ряда. Характеристика центра распределения (среднее арифметическое, мода, медиана).

Вариационный ряд - упорядоченная выборка, последовательность $X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_n$ полученная в результате расположения в порядке неубывания исходной последовательности независимых одинаково распределённых случайных величин $X_1, X_2, \dots, X_n$. Центр распределения данных в вариационном ряде характеризуют такие меры положения, как средняя арифметическая величина, медиана, мода, средняя геометрическая величина, взвешенное среднее.

Среднюю арифметическую в многочисленной выборках ($n < 30$) вычисляют прямым способом, который заключается в суммировании всех величин признака у отдельных особей и деления полученной суммы на число особей. выборках (сложный способ). Для больших выборок ($n > 30$) предварительно строят вариационный ряд, в котором все члены распределяются по классам с учетом величины варьирующего признака. Дальнейшую обработку выборочной совокупности, оформленной в виде вариационного ряда, осуществляют различными методами, а именно: методом произведений, сумм или разностей. Недостатки использования средней величины – это значение легко искажается выбросами и ассиметричными данными.

Медиана характеризует усреднение в упорядоченном наборе данных, когда переменные упорядочены по величине от минимального значения к максимальному. Медиана делит ряд упорядоченных данных пополам, с равным числом этих значений как выше, так и ниже ее. Медиана близка к среднему значению, если распределение данных симметрично. Медиана не искажается выбросами и ассиметричными данными, но она игнорирует большую часть информации, не определяется алгебраически.

Мода – значение, встречающееся наиболее часто в наборе данных. Если данные непрерывны, для нахождения моды необходимо их сгруппировать и вычислить модальную группу. Некоторые наборы данных могут не иметь моды, если каждое значение встречается только один раз. В наборе данных может быть и более одной моды, если несколько значений встречаются одинаковое количество раз, превосходящее встречаемость других значений.

4. Характеристики вариации (среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации). Особенности обработки вариационных рядов в малых выборках.

Один из способов измерить рассеяние данных – определить степень отклонения каждого наблюдения от средней арифметической. Чем больше

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 12 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

отклонение, тем больше вариабельность наблюдений. Среднее возведенных в квадрат отклонений каждого значения от средней арифметической называется дисперсией.

Стандартное (среднее квадратическое) отклонение δ – это положительный квадратный корень из дисперсии. Это тоже мера среднего отклонения наблюдений от среднего.

Если разделить стандартное отклонение на среднее арифметическое и выразить этот показатель в процентах, получится коэффициент вариации (безразмерная мера рассеяния). Среднее квадратическое (стандартное) отклонение дает показатель изменчивости признака в именованных величинах (кг, см, л, %), а не в относительных. Вследствие этого сопоставление разноименных признаков по величине изменчивости с помощью лимита и стандартного отклонения произвести невозможно. В таком случае пользуются коэффициентом вариации. Но при сравнении двух групп особей по изменчивости одного признака следует пользоваться средними квадратическими отклонениями (δ), а не коэффициентами вариации (CV), зависящими от величины средней арифметической.

Поскольку основные параметры совокупности (X , δ , CV и др.) вычисляют не по генеральной совокупности, а по выборочной, статистические параметры для выборки могут несколько отличаться от тех их значений, которые были бы получены для генеральной совокупности. Необходимо рассчитывать значение ошибки среднего. Чем больше объем выборки приближается к объему генеральной совокупности, и чем меньше варьирует признак, тем лучше выборка отражает свойства генеральной совокупности и тем меньше будут ошибки у всех выборочных коэффициентов.

При малом объеме выборки особенно важно решить вопрос о принадлежности крайних вариантов к генеральной совокупности. Исследование принадлежности всех элементов малой выборки к генеральной совокупности можно провести на основе использования распределения Стьюдента, сравнивая значение критерия t при данном числе степеней свободы f и данной величине вероятности P с табличными данными. Если нормированное наблюденное значение критерия t для испытуемой варианты превосходит по абсолютной величине соответствующее табличное значение при $P = 0,05$, то t считается значимым; в противном случае t не является значимым и соответствующее необходимо исключить из выборки.

5. Понятие о вероятности. Теоремы сложения и умножения вероятности.

Вероятность измеряет неопределенность, возможность появления данного события. Это положительное число в интервале от 0 до 1. При вероятности 0 событие произойти не может, при 1 – обязательно произойдет. Подходы к

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 13 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

вычислению вероятности: частотная вероятность, выражающая соотношение количества событий, которые могли бы произойти, если бы эксперимент повторялся большое количество раз (например, вероятность «орал» или «решки» при подбрасывании монеты 1000 раз); априорная вероятность, требующая знания теоретической модели распределения вероятности, которая отображает вероятности всех возможных результатов эксперимента (например, вероятность распределения животных определенного окраса в потомстве родителей с известными генотипами).

Случайная переменная – это величина, которая может принимать любое из набора взаимоисключающих значений с определенной вероятностью.

Распределение вероятности показывает вероятности всех возможных значений случайной переменной. Эти теоретические распределения выражены математически и имеют среднее и дисперсию, характеризующие данное распределение. Площадь под кривой распределения равна единице и отражает вероятность всех возможных событий.

Теорема сложения вероятности: если два события, А и В, взаимоисключающие, несовместимые, то вероятность того, что произойдет то или иное событие, равна сумме их вероятностей. $P(A \text{ или } B) = P_A + P_B$.

Теорема умножения вероятности: если два события, А и В, независимы, возникновение одного события не влияет на возможность появления другого, то вероятность того, что оба события произойдут, равна произведению вероятности каждого. $P(A \text{ и } B) = P_A \times P_B$.

6. Нормальное распределение и его параметры. Биноминальное распределение.

Нормальное (гауссовское) распределение одно из важнейших в статистике. Его функция плотности полностью определяется двумя параметрами, средним и дисперсией. Распределение имеет колоколообразную форму, унимодально, симметрично относительно среднего; сдвигается вправо, если среднее увеличивается, и влево, если среднее уменьшается (при постоянной дисперсии); становится более широким, плоским, если дисперсия увеличивается, и более остроконечным, узким, если дисперсия уменьшается (при постоянном среднем).

Среднее и медиана нормального распределения равны. Вероятность того, что нормально распределенная случайная переменная x , со средним M и стандартным отклонением δ , находящаяся между:

$(M - \delta)$ и $(M + \delta)$, равна 0,68;

$(M - 1,96 \delta)$ и $(M + 1,96 \delta)$, равна 0,95;

$(M - 2,58 \delta)$ и $(M + 2,58 \delta)$, равна 0,99.

Существует множество нормальных распределений в зависимости от значений M и δ . Стандартное нормальное распределение имеет среднее, равное 0, и дисперсию, равную 1. Вероятности стандартного нормального распределения

				МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».							
Версия документа - 1		стр. 14 из 25		Первый экземпляр _____		КОПИЯ № _____	

приведены в справочных таблицах. Если случайная переменная x имеет нормальное распределение со средним M и дисперсией δ^2 , тогда стандартизованное нормальное отклонение z будет случайной переменной, которая имеет стандартное нормальное распределение.

Биноминальное распределение – это распределение вероятности дискретных переменных. Можно получить вероятности, соответствующие каждому возможному значению случайной переменной, сумма всех таких вероятностей равна 1. Это распределение количества «успехов» в последовательности из n независимых случайных экспериментов, таких, что вероятность «успеха» в каждом из них постоянна и равна p .

7. Доверительные интервалы. Средние ошибки средней арифметической, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации.

Анализируя выборку из популяции, исследователь получает точечную оценку параметров. Доверительный интервал — показатель интервальной оценки статистических параметров, более предпочтительной при небольшом объеме выборки, чем точечная. Доверительным называют интервал, который покрывает неизвестный параметр с заданной надёжностью (рассчитываются для заданного уровня значимости). Доверительные интервалы позволяют сделать утверждение, что истинное значение неизвестного статистического параметра генеральной совокупности находится в полученном диапазоне значений с вероятностью, которая задана выбранным уровнем статистической значимости. Когда известна вариация (δ^2) генеральной совокупности данных, для расчета доверительных пределов может быть использована z -оценка, основанная на нормальном распределении.

Выборочное среднее M имеет нормальное распределение, когда объем выборки большой, и можно считать распределение выборочного среднего нормальным. 95 % распределения выборочных средних находится в пределах $1,96 \delta$ стандартных отклонений среднего популяции. Когда есть только одна выборка, нижняя граница 95 % доверительного интервала для среднего рассчитывается как $M - (1,96 \times \delta)$, верхняя граница как $M + (1,96 \times \delta)$. В пределах этого интервала с доверительной вероятностью 95 % находится истинное среднее популяции (генеральной совокупности).

8. Сравнение средних арифметических и других характеристик вариационных рядов.

О сравнительном значении характеристик вариационного ряда говорят в тех случаях, когда рассматривают два или более ряда чисел. Пользуясь характеристиками вариационных рядов, сравнению подлежат средние арифметические между собой и факторы рассеивания между собой. В этом случае

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 15 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

сравнение двух рядов чисел сводится к сравнению двух чисел, что всегда очевидно.

Часто требуется установить, есть ли отличия в двух или более сравниваемых вариационных рядах, когда один ряд – это результаты измерения некоторого параметра одной экспериментальной группы, а второй ряд – измерения второй экспериментальной группы. Для сравнения групп выдвигают нулевую и альтернативную гипотезы. Нулевая гипотеза H_0 отвергает наличие эффекта, говорит о том, что обе группы принадлежат к одной генеральной совокупности (разница в средних значениях для двух выборок равна нулю). Альтернативная гипотеза H_1 принимается, если нулевая гипотеза не верна (выборки принадлежат к разным генеральным совокупностям).

При сравнении средних может быть использован двусторонний критерий, который говорит о том, что средние могут отличаться друг от друга в обе стороны; и односторонний критерий, когда отличия могут быть только однонаправленными (только больше или только меньше).

Используют разные статистические критерии для сравнения средних и их дисперсии. Затем необходимо определить p -значение для рассчитанного критерия. Для этого необходимо сравнить значение критерия с уже известным распределением, которому он подчиняется, чтобы определить p -значение. P -уровень значимости – это вероятность получить вычисленное значение критерия или еще большее значение, если нулевая гипотеза верна. Чем меньше p -значение, тем сильнее аргументы против H_0 .

Традиционно H_0 отвергается при $p \leq 0,05$ (5 % уровень значимости). Уровень 5 % является в известной степени произвольным, можно установить меньшую границу отсечки (0,01 или 0,001), называемую критическим уровнем значимости критерия.

Какой именно статистический критерий использовать в конкретном случае зависит от типа переменных, плана эксперимента, распределения, которому отвечают переменные.

9. Функциональная связь и коррелятивная изменчивость. Коэффициент корреляции. Оценка коэффициента корреляции.

Явление связи между различными признаками широко распространено в природе.

Связь признаков может быть подразделена на функциональную и коррелятивную. Для функциональной связи характерно то, что при изменении одного показателя на определенную величину другой, с ним сопряженный показатель принимает всегда одно определенное значение. При коррелятивной связи если один признак изменяется на какую-то определенную величину, то другой может принимать различные значения. Корреляцией называется взаимосвязь между признаками в организме или особями одного пола и вида.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 16 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Коэффициент корреляции r – основной биометрический показатель, позволяющий определить величину связи между двумя, тремя и большим числом признаков. Величина этого коэффициента имеет дробное значение в пределах от 0 до ± 1 . Чем ближе показатель к единице, тем больше связь между коррелирующими признаками.

По форме корреляция может быть прямолинейной и криволинейной, по направлению – положительной (прямой) и отрицательной (обратной), на что указывает знак «плюс» или «минус». Прямой называется такая корреляция, когда с увеличением одного признака увеличивается и другой. Приняты три степени корреляции: $r = 0,1-0,3$ – связь слабая; $0,4-0,6$ – средняя; $0,7-1,0$ – высокая.

Коэффициент корреляции в малых выборках широко применяют при определении связи между признаками у родственных групп животных для решения вопросов связанных с выявлением закономерностей наследования и наследственности.

10. Понятие о регрессии. Коэффициент регрессии. Оценка коэффициента регрессии.

Линейная регрессия позволяет оценить соотношение между двумя непрерывными переменными x и y , измеренными для одних и тех же объектов. Если предполагается, что y зависит от x , причем именно изменения в x вызывают изменения в y , можно разместить все наблюдения на двумерной диаграмме рассеяния. Если данные аппроксимируются прямой линией, говорят о линейном соотношении, и возможно определить линию регрессии y на x , лучше всего описывающую прямолинейное соотношение между этими двумя переменными. Одномерный анализ учитывает изменение только одной переменной x , множественная регрессия может описывать изменение y с участием двух и более объясняющих переменных.

Математическое уравнение, описывающее линию простой линейной регрессии: $y = a + bx$. Здесь x – независимая, объясняющая переменная, или предиктор; y – зависимая переменная, переменная отклика. Для данной величины x , y – значение, которое можно ожидать в среднем при известной величине x (предсказанное значение

y). a – свободный член линии регрессии, значение y при $x = 0$. b – угловой коэффициент, или коэффициент регрессии, величина, на которую y увеличивается в среднем при увеличении x на одну единицу.

a и b определяют методом наименьших квадратов таким образом, чтобы расстояние от каждой точки на двумерном графике рассеяния до линии регрессии было оптимальным (сумма квадратов этих расстояний была наименьшей). Вертикальное расстояние от каждой точки до линии регрессии называют остатком.

Необходимые допущения: между x и y существует линейное соотношение;

				МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».							
Версия документа - 1		стр. 17 из 25		Первый экземпляр _____		КОПИЯ № _____	

наблюдения в выборке независимы друг от друга; для каждой величины x имеется распределение величин y в популяции, и это распределение нормальное.

11. Дисперсионный анализ и его сущность. Общая схема дисперсионного анализа.

Дисперсионный анализ — метод, направленный на поиск зависимостей в экспериментальных данных путём исследования значимости различий в средних значениях. В отличие от t -критерия, позволяет сравнивать средние значения трёх и более групп. Разработан Р. Фишером, встречается обозначение метода как ANOVA.

Суть дисперсионного анализа сводится к изучению влияния одной или нескольких независимых переменных, обычно именуемых факторами, на зависимую переменную. Зависимые переменные представлены значениями абсолютных шкал (шкала отношений). Независимые переменные являются номинативными (шкала наименований), то есть отражают групповую принадлежность, и могут иметь два или более значения (типа, градации или уровня). Примерами независимой переменной с двумя значениями могут служить пол (женский, мужской) или тип экспериментальной группы (контрольная, экспериментальная). Градации, соответствующие независимым выборкам объектов, называются межгрупповыми, а градации, соответствующие зависимым выборкам, — внутригрупповыми.

В зависимости от типа и количества переменных различают: однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ (одна или несколько независимых переменных); одномерный и многомерный дисперсионный анализ (одна или несколько зависимых переменных); дисперсионный анализ с повторными измерениями (для зависимых выборок); дисперсионный анализ с постоянными факторами, случайными факторами, и смешанные модели с факторами обоих типов.

Процедура дисперсионного анализа состоит в определении соотношения систематической (межгрупповой) дисперсии к случайной (внутригрупповой) дисперсии в измеряемых данных. В качестве показателя изменчивости используется сумма квадратов отклонения значений параметра от среднего SS (от англ. Sum of Squares).

Можно показать, что общая сумма квадратов SS раскладывается на межгрупповую сумму квадратов и внутригрупповую сумму квадратов. Соотношение межгрупповой и внутригрупповой дисперсий имеет F -распределение (распределение Фишера) и определяется при помощи F -критерия Фишера.

12. Дисперсионный анализ двух-и многофакторного опытов.

Простейшим случаем дисперсионного анализа является одномерный однофакторный анализ для двух или нескольких независимых групп, когда все группы объединены по одному признаку. В ходе анализа проверяется нулевая

				МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».							
Версия документа - 1		стр. 18 из 25		Первый экземпляр _____		КОПИЯ № _____	

гипотеза о равенстве средних. При анализе двух групп дисперсионный анализ тождественен двухвыборочному t-критерию Стьюдента для независимых выборок, и величина F- статистики равна квадрату соответствующей t-статистики.

Для подтверждения положения о равенстве дисперсий обычно применяется критерий Ливена. В случае отвержения гипотезы о равенстве дисперсий основной анализ неприменим. Если дисперсии равны, то для оценки соотношения межгрупповой и внутригрупповой изменчивости применяется F-критерий Фишера. Если F-статистика превышает критическое значение, то нулевая гипотеза не может быть принята (отвергается) и делается вывод о неравенстве средних. При наличии трёх и более групп требуется попарное сравнение средних для выявления статистически значимых отличий между ними.

Многофакторный анализ позволяет проверить влияние нескольких факторов на зависимую переменную. Модель многофакторного анализа включает суммы квадратов для каждого фактора в отдельности и суммы квадратов всех взаимодействий между ними. Так, в двухфакторной модели межгрупповая сумма квадратов раскладывается на сумму квадратов фактора А, сумму квадратов фактора В и сумму квадратов взаимодействия факторов А и В.

В ходе анализа проверяются несколько нулевых гипотез: гипотеза о равенстве средних под влиянием фактора А; гипотеза о равенстве средних под влиянием фактора В; гипотеза об отсутствии взаимодействия факторов А и В. Каждая гипотеза проверяется с помощью критерия Фишера. При отвержении нулевой гипотезы о влиянии отдельного фактора принимается утверждение, что присутствует главный эффект фактора А (В и т. д.). При отвержении нулевой гипотезы о взаимодействии факторов принимается утверждение о том, что влияние фактора А проявляется по-разному на разных уровнях фактора В. В таком случае результаты общего анализа признаются не имеющими силы, и влияние фактора А проверяется отдельно на каждом уровне фактора В с помощью однофакторного дисперсионного анализа или t-критерия.

13. Т-критерий Стьюдента.

t-критерий Стьюдента — общее название для класса методов статистической проверки гипотез (статистических критериев), основанных на распределении Стьюдента. Наиболее частые случаи применения t-критерия связаны с проверкой равенства средних значений в двух выборках.

t-статистика строится обычно по следующему общему принципу: в числителе — случайная величина с нулевым математическим ожиданием (при выполнении нулевой гипотезы), а в знаменателе — выборочное стандартное отклонение этой случайной величины, получаемое как квадратный корень из несмещённой оценки дисперсии.

				МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».							
Версия документа - 1		стр. 19 из 25		Первый экземпляр _____		КОПИЯ № _____	

Для применения данного критерия необходимо, чтобы исходные данные имели нормальное распределение. В случае применения двухвыборочного критерия для независимых выборок также необходимо соблюдение условия равенства дисперсий.

Одновыборочный t-критерий применяется для проверки нулевой гипотезы H_0 о равенстве математического ожидания некоторому известному значению m . При нулевой гипотезе распределение этой статистики $t(n-1)$. Следовательно, при превышении значения статистики по абсолютной величине критического значения данного распределения (при заданном уровне значимости) нулевая гипотеза отвергается.

14. Непараметрические методы. Критерий χ^2 , точный критерий Фишера.

Критерий хи-квадрат — любая статистическая проверка гипотезы, в которой выборочное распределение критерия имеет распределение хи-квадрат при условии верности нулевой гипотезы. Распределение хи-квадрат – это распределение суммы квадратов k независимых стандартных нормальных случайных величин. Считается, что критерий хи-квадрат — это критерий, который асимптотически верен, то есть, выборочное распределение можно сделать как угодно близким к распределению хи-квадрат путём увеличения размера выборки. Некоторые критерии имеют распределение хи-квадрат только в приближении.

Критерий согласия Пирсона или критерий согласия χ^2 – если критерий хи-квадрат упоминается без каких-либо модификаций или без другого исправляющего контекста, используется критерий χ^2 Пирсона. Для точного теста, используемого вместо χ^2 , применяется точный тест Фишера.

Критерий согласия Пирсона, или критерий согласия χ^2 , — это непараметрический метод, который позволяет оценить значимость различий между фактическим (выявленным в результате исследования) количеством исходов или качественных характеристик выборки, попадающих в каждую категорию, и теоретическим количеством, которое можно ожидать в изучаемых группах при справедливости нулевой гипотезы. Метод позволяет оценить статистическую значимость различий двух или нескольких относительных показателей (частот, долей).

Является наиболее часто употребляемым критерием для проверки гипотезы о принадлежности наблюдаемой выборки объёмом n некоторому теоретическому закону распределения F . Процедура проверки гипотез с использованием критериев типа χ^2 предусматривает группирование наблюдений. Область определения случайной величины разбивают на k непересекающихся интервалов граничными точками. При использовании критериев согласия, как правило, не задают конкурирующих гипотез: рассматривается принадлежность выборки конкретному

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 20 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

закону.

Точный тест Фишера — тест статистической значимости, используемый в анализе таблиц сопряженности для выборок маленьких размеров. Относится к точным тестам значимости, поскольку не использует приближения большой выборки (асимптотики при размере выборки стремящемся к бесконечности). Тест обычно используется, чтобы исследовать значимость взаимосвязи между двумя переменными в факторной таблице размерности 2×2 (таблице сопряженности признаков). Величина вероятности p теста вычисляется, как если бы значения на границах таблицы известны.

15. Непараметрические методы. Критерий Манна-Уитни. Условия применения параметрических и непараметрических методов.

Для применения параметрических критериев необходимо, чтобы исходные данные имели нормальное распределение, а часто также требуется соблюдение условия равенства дисперсий. При несоблюдении этих условий при сравнении выборочных средних должны использоваться аналогичные методы непараметрической статистики, среди которых наиболее известными являются U-критерий Манна-Уитни (в качестве двухвыборочного критерия для независимых выборок), а также критерий Уилкоксона (используются в случаях зависимых выборок).

U-критерий Манна-Уитни — статистический критерий, используемый для оценки различий между двумя независимыми выборками по уровню какого-либо признака, измеренного количественно. Позволяет выявлять различия в значении параметра между малыми выборками. Этот метод определяет, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между двумя рядами (ранжированным рядом значений параметра в первой выборке и таким же во второй выборке). Чем меньше значение критерия, тем вероятнее, что различия между значениями параметра в выборках достоверны. В каждой из выборок должно быть не менее 3 значений признака.

Допускается, чтобы в одной выборке было два значения, но во второй тогда не менее пяти. В выборочных данных не должно быть совпадающих значений (все числа — разные) или таких совпадений должно быть очень мало (до 10).

Рассчитывается U-критерий. Если полученное значение U меньше табличного или равно ему, то признается наличие существенного различия между уровнем признака в рассматриваемых выборках (принимается альтернативная гипотеза). Если же полученное значение U больше табличного, принимается нулевая гипотеза.

16. Основные статистические пакеты: SPSS, Статистика, SigmaPlot.

SPSS Statistics — программа для статистической обработки данных, один из лидеров рынка в области коммерческих статистических продуктов, предназначенных для проведения прикладных исследований, главным образом в

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 21 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

общественных науках. Программа позволяет осуществлять ввод данных любого типа, включая номинативные. Возможно редактирование свойств переменной. Сформированные матрицы SPSS в дальнейшем пригодны для разных видов анализа, доступны для редактирования и слияния с другими матрицами данных. Частотный анализ, корреляционный анализ, дисперсионный анализ (однофакторный и многофакторный). Все типы регрессионного анализа и установление необходимых показателей: нелинейная регрессия, логистическая регрессия, регрессия Кокса. Дискриминантный анализ, факторный и ковариационный анализ, кластерный анализ.

Statistica — программный пакет для статистического анализа, реализующий функции анализа данных, управления данными, добычи данных, визуализации данных с привлечением статистических методов. Пакет обладает широкими графическими возможностями, позволяет выводить информацию в виде различных типов графиков (включая научные, деловые, трёхмерные и двухмерные графики в различных системах координат, специализированные статистические графики — гистограммы, матричные, категоризованные графики и др.), все компоненты графиков настраиваются.

Существуют различные варианты пакета в зависимости от целей и задач пользователя. Широкий набор основных статистик и графических инструментов, возможность подключить модули с продвинутыми функциями – мощные инструменты для построения линейных/нелинейных моделей, многомерные технологии анализа данных, инструменты для анализа мощности и вычисления объема выборки.

SigmaPlot — программа для анализа и визуализации научных и статистических данных. Для анализа математических и статистических данных в программе предусмотрены: ввод табличных данных, математическая обработка табличных данных, широкий выбор графиков и диаграмм, широкий выбор способа оформления графиков и диаграмм, регрессионный анализ с широким выбором вида уравнений, редактирование графиков. Интеграция с пакетом Office: доступ к электронным таблицам XLS и экспорт результатов в виде презентаций PowerPoint.

17. Статистические средства в табличных процессорах управления базами данных MSExcel, QuattroPro, Lotus1-2-3.

Microsoft Excel — программа для работы с электронными таблицами, созданная корпорацией Microsoft. Она предоставляет возможности экономико-статистических расчетов, графические инструменты. Основными средствами анализа статистических данных в Excel являются статистические процедуры надстройки Пакет анализа (Analysis ToolPak) и статистические функции библиотеки встроенных функций. В Пакет анализа входят следующие статистические процедуры: описательная статистика; ранги перцентиль;

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 22 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

двухвыборочный z-тест для средних; двухвыборочный t-тест для средних с одинаковыми и различными дисперсиями; парный двухвыборочный t-тест для средних; двухвыборочный F-тест для дисперсий; ковариация; корреляция; регрессия; однофакторный дисперсионный анализ; двухфакторный дисперсионный анализ; анализ Фурье.

Lotus 1-2-3 — табличный процессор. Программа получила название «1-2-3», так как состояла из трёх элементов: таблиц, графиков и основных функциональных возможностей базы данных. В настоящее время не выпускается.

Quattro Pro – редактор электронных таблиц, входит в офисный пакет Corel WordPerfect Office. Одной из отличительных особенностей процессора Quattro Pro являются аналитические графики, которые позволяют применять к исходным данным агрегирование, вычислять скользящее среднее и проводить регрессионный анализ; результаты перечисленных действий отражаются на графиках. Набор встроенных статистических функций в пакете Quattro Pro включает в себя все стандартные функции.

18. Специализированные статистические пакеты для генетических данных: SNPStats.

SNPStats - это простое, готовое к использованию программное обеспечение, разработанное для анализа генетико-эпидемиологических исследований ассоциации с использованием SNP. При загрузке данных для каждого выбранного SNP возможно получить: частоты аллелей и генотипов; тест на равновесие Харди-Вайнберга, анализ связи с переменной ответа на основе линейной или логистической регрессии; модели множественного наследования (кодминантная, доминантная, рецессивная, сверхдоминантная и аддитивная); анализ взаимодействий (ген-ген или ген-среда).

При выборе нескольких SNP возможны следующие виды анализа: статистика неравновесия по сцеплению, оценка частоты гаплотипа, анализ ассоциации гаплотипов с ответом, анализ взаимодействий (гаплотипы-ковариаты).

19. Наследуемость признаков. Повторяемость признаков. Критерии достоверности и соответствия. Эффект селекции.

Селекция сельскохозяйственных животных направлена на изменение свойств популяции в желательном направлении. Разнообразие признака может быть обусловлено как наследственностью, так и факторами среды. Для улучшения следующих поколений нужно знать величину генетического разнообразия признака, называемого наследуемостью и обозначаемую h^2 . Наследуемость – это доля генетического разнообразия в общей изменчивости признака. Коэффициент наследуемости вычисляется различными методами: 1. С помощью коэффициента корреляции (r) между показателями дочерей и теми же показателями матерей по

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 23 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

формуле $h^2 = 2 \times \text{гмд}$, где h^2 – коэффициент наследуемости; гмд – коэффициент корреляции между признаками матерей и их дочерей (или сыновей и отцов). 2. При разной интенсивности отбора среди родителей и потомков показатели разнообразия признака резко различаются. В таких случаях целесообразно пользоваться формулой h^2

$= 2 \times \text{Рмд}$, где $2R$ – удвоенный коэффициент регрессии между фенотипами родственников. Однако, из-за неодинаковой наследуемости различных признаков, эффективность отбора по ним будет различной. Успешнее будет отбор при достаточной наследственной (генетической) неоднородности стада, т. е. при значительной величине коэффициента наследуемости (h^2).

При проведении генетического анализа количественных признаков выявляют коэффициент повторяемости – g_w (within-внутри). Его свойства заключаются в следующем: является показателем генетического разнообразия; является мерой верхнего предела коэффициента наследуемости; определяет надежность вносимых поправок в варьирующий признак с учетом изменения средовых факторов; служит мерой определения ошибки измеряемого признака. Коэффициент повторяемости вычисляют путем определения корреляции между продуктивностью одних и тех же животных по одним и тем же признакам, но за различные возрастные периоды, а также с помощью дисперсионного анализа с использованием однофакторного или двухфакторного комплекса.

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

В рамках текущего контроля в течение семестра для оценки знаний, умений, навыков, получаемых в ходе изучения дисциплины, учитываются ответы на устные поросы, заслушивание сообщений (реферат), успешность выполнения практических заданий.

Критерием успешности освоения учебного материала по окончанию учебного семестра (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (устный опрос, выполнение практических заданий, заслушивание сообщений (реферат)). Кроме того, экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

«зачтено» содержание материала раскрыто, требующий лишь

				МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».							
Версия документа - 1		стр. 24 из 25		Первый экземпляр _____		КОПИЯ № _____	

незначительных уточнений и дополнений, которые студент может сделать самостоятельно после наводящих вопросов преподавателя. Допускаются такие незначительные недочеты в ответе студента как отсутствие самостоятельного вывода, нарушение последовательности в изложении, речевые ошибки и др.

«не зачтено» - студент не может изложить содержание материала, не знает основных понятий дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично и предполагает формирование компетенций на высоком уровне: обучающийся демонстрирует глубокие и системные знания в области генетики человека, свободно оперирует современными понятиями, методами и подходами, умеет анализировать и интерпретировать результаты генетических исследований, грамотно применять полученные знания в решении профессиональных задач, обосновывать выводы с использованием научной литературы, самостоятельно планировать и выполнять исследовательскую работу, проявляет высокий уровень критического мышления, научной аргументации и профессиональной ответственности.

2. Средний уровень соответствует оценке «хорошо» и предполагает формирование компетенций на среднем уровне: обучающийся показывает достаточно полные знания по основным разделам генетики человека, правильно использует базовые термины и методы, умеет анализировать и интерпретировать результаты исследований при незначительной помощи преподавателя, в целом самостоятельно решает профессиональные задачи, допускает отдельные неточности, не влияющие существенно на общий результат, способен обосновывать свои выводы и использовать научную литературу.

3. Базовый уровень соответствует оценке «удовлетворительно» и предполагает формирование компетенций на начальном уровне: обучающийся показывает достаточно полные знания по основным разделам генетики человека, правильно использует базовые термины и методы, умеет анализировать и интерпретировать результаты исследований при незначительной помощи преподавателя, в целом самостоятельно решает профессиональные задачи, допускает отдельные неточности, не влияющие существенно на общий

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Биологический факультет		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Статистика в генетике, по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленности (профилю) Генетика ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 25 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

результат, способен обосновывать свои выводы и использовать научную литературу.

4. Низкий уровень соответствует оценке «неудовлетворительно» обучающийся не демонстрирует достаточного уровня владения знаниями, умениями и навыками по дисциплине «Генетика человека»: не знает или слабо знает основные понятия, закономерности и методы, не умеет применять их при решении профессиональных задач, допускает грубые ошибки при анализе и интерпретации данных, не способен самостоятельно выполнять задания и формулировать обоснованные выводы.