

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТРОПОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

### 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистический анализ антропологических данных» является обязательной для освоения студентами, обучающимися на кафедре антропологии, входит в блок Вариативной части базовых дисциплин для ОПОП «Общая биология и экология». Изучается в 6 семестре студентами кафедры антропологии (отделение «Общая биология и экология», подплан мс\_антропология).

Дисциплина «Статистический анализ антропологических данных» предназначена для подготовки специалистов по фундаментальной и прикладной биологии по профилю антропология. Курс позволяет получить базовые знания по теоретическим основам многомерного статистического анализа, началам матричной алгебры, формирует понятийный аппарат и способность критически осмысливать результаты статистических анализов.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин и практикумов: «Компьютерная обработка антропологических данных», «Прикладная антропология», «Производственная практика», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», «Преддипломная практика».

### *Цели освоения дисциплины*

Целью изучения дисциплины «Статистический анализ антропологических данных» является ознакомление обучающихся с основными закономерностями распределений антропологических признаков, их характеристиками, статистическими критериями сравнения выборочных значений, оцениванием параметров генеральной совокупности по выборочным значениям, закономерностями совместной изменчивости двух и более признаков, современными способами обработки массивов данных с применением современных вычислительных методов матричной алгебры.

### *Задачи курса:*

- знакомство обучающихся с основными терминами и понятиями математической статистики, с критериями проверки статистических гипотез;
- формирование навыков самостоятельного выбора статистического инструментария;
- знакомство обучающихся с основными терминами и понятиями матричной алгебры;
- освоение математического аппарата многомерной статистики;

- формирование навыков самостоятельного выбора многомерных статистических методов анализа;
- знакомство с наиболее распространенными пакетами прикладных статистических программ для ПК.

## **2. Входные требования**

Перед началом освоения дисциплины «Статистический анализ антропологических данных» студент должен изучить базовые дисциплины «Высшая математика» и «Математические методы в биологии».

## **3. Планируемые результаты изучения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников**

— **Компетенции выпускников (коды):**

**СПК-6.** Способность использовать современные компьютерные средства и специализированное программное обеспечение для статистической обработки антропометрических и других экспериментальных и обсервационных данных; владение навыками глубокого анализа и биологической интерпретации результатов статистической обработки антропологических данных; способность компьютерного моделирования антропологических и геногеографических интерполяционных карт.

— **Планируемые результаты обучения по модулю, сопряженные с компетенциями:**

Владение базовыми знаниями по теоретическим основам одномерного и многомерного статистического анализа, началам матричной алгебры; формирование понятийного аппарата и способности критически осмысливать результаты статистических анализов.

— **Индикаторы (показатели) достижения компетенций:**

**Знает:**

- основные термины и определения теории математической статистики, основные принципы конструирования критериев проверки статистических гипотез;
- основные методы одномерного и многомерного анализа внутригрупповой и межгрупповой изменчивости биологических объектов.

**Умеет:**

- применять адекватные методы описания материала и получения информации;

- применять адекватные методы анализа материала и строить прогностические модели.

**Владеет навыками:**

- применения алгоритмов извлечения биологической информации из массива первичных данных с применением статистического инструментария и многомерного статистического аппарата.

**Демонстрирует готовность:**

- применять полученные знания о статистических методах обработки данных в современной антропологии в научной и профессиональной деятельности антрополога.

**4. Объем дисциплины «Статистический анализ антропологических данных»**

у обучающихся на ОПОП «Общая биология и экология» по подплану мс\_антропология:

- Общая трудоемкость дисциплины – 3 з.е. (108 ч).
- Аудиторная нагрузка – 54 ч. (3 ч. в неделю), из них семинары – 54 ч.
- Самостоятельная работа – 54 ч.
- Форма промежуточной аттестации – зачет (5 семестр).

**5. Форма обучения – очная**

**6. Содержание и структура дисциплины**

№ п/п	Раздел дисциплины	Семинары (часы)	Самостоятельная работа (часы)
1	Тема 1. Некоторые сведения из теории матриц	3	3
2	Тема 2. Многомерные аналоги статистик выборки. Многомерное нормальное распределение	3	3
3	Тема 3. Проверка гипотез о равенстве векторов средних в двух и более совокупностях	3	3
4	Тема 4. Множественная корреляция и регрессия	3	3
5	Тема 5. Пошаговая регрессия	3	3

6	Тема 6. Понятие о линейных комбинациях признаков. Метод канонических корреляций	3	3
7	Тема 7. Метод главных компонент.	3	3
8	Тема 8. Основные понятия факторного анализа	6	3
9	Тема 9. Преобразование факторных решений. Другие (Q, T) техники факторного анализа	3	3
10	Тема 10. Методы исследования межгрупповой изменчивости: обзор возможностей	3	3
11	Тема 11. Дискриминантный анализ. Линейная дискриминантная функция Фишера	3	3
12	Тема 12. Дискриминация при числе совокупностей большем двух.	3	3
13	Тема 13. Канонический (множественный) дискриминантный анализ	6	3
14	Тема 14. Функции расстояния. Матрицы расстояний как объект изучения	3	3
15	Тема 15. Кластерный анализ	3	3
16	Тема 16. Многомерное шкалирование	3	3
	Промежуточная аттестация – зачет		8
	<b>Итого</b>	54	54

### 6.1. Программа дисциплины «Статистический анализ антропологических данных»

Тема 1. Некоторые сведения из теории матриц. Понятие матрицы. Действия над матрицами. Диаграмма Имбри. Законы алгебры матриц. Обратная матрица. Определитель матрицы. Собственные числа и собственные векторы матрицы. Понятие о методах вычислительной математики, используемых при применении многомерных статистических методов. Понятие собственного числа и собственного вектора симметрической матрицы.

Тема 2. Многомерные аналоги статистик выборки. Описание набора признаков. Вектор наблюдений, вектор средних, ковариационная и корреляционная матрицы. Многомерное нормальное распределение.

Тема 3. Проверка гипотез о равенстве векторов средних в двух и более совокупностях. Проверка гипотез о векторе наблюдений. Проверка гипотез о равенстве векторов средних в двух совокупностях. Статистика Хотеллинга. Проверка гипотезы об однородности нескольких векторов

средних (многомерный дисперсионный анализ). Показатель Уилкса и методы его оценки.

Тема 4. Понятия множественной корреляции и регрессии. Проверка статистических гипотез о множественной регрессии. Использование множественной регрессии в антропологических исследованиях.

Тема 5. Пошаговая регрессия. Проблема мультиколлинеарности. Толерантность независимых переменных. Анализ регрессионных остатков.

Тема 6. Понятие о линейных комбинациях признаков. Метод канонических корреляций. Понятие о канонических корреляциях и канонических величинах. Проверка гипотез о канонических корреляциях.

Тема 7. Метод главных компонент. Понятие главных компонент. Геометрический смысл. Различия хода анализа при использовании ковариационной и корреляционной матриц. Интерпретация главных компонент. Построение типологических схем с применением главных компонент. Специальные вопросы использования метода главных компонент.

Тема 8. Основные понятия факторного анализа. Отличие факторного анализа от анализа главных компонент. Определение общностей. Методы факторизации. Метод главных факторов. Метод минимальных остатков. Метод максимального правдоподобия.

Тема 9. Преобразование факторных решений. Ортогональное или облическое преобразование факторных решений. Другие (Q, T) техники факторного анализа.

Тема 10. Методы исследования межгрупповой изменчивости: обзор возможностей.

Тема 11. Дискриминантный анализ. Линейная дискриминантная функция Фишера. Дискриминация для двух групп наблюдений в одномерном случае. Ошибки дискриминации. Расстояние Махаланобиса.

Тема 12. Дискриминация при числе совокупностей больше двух. Системы дискриминантных функций, таблицы классификации. Пошаговый дискриминантный анализ.

Тема 13. Канонический дискриминантный анализ. Понятие о канонических дискриминантных функциях и их свойства. Канонический анализ как метод исследования межгрупповой вариации. Примеры использования канонического анализа для решения антропологических задач.

Тема 14. Функции расстояния. Матрицы расстояний как объект изучения. Виды расстояний для количественных признаков с непрерывной изменчивостью. (Гейнке, Пирсона, Пенроуза, Махаланобиса

и др.). Функции расстояния для качественных признаков. (Стейнберга, Малютова-Пасекова, Нея и др.) Коэффициент корреляции как мера сходства.

Тема 15. Кластерный анализ. Иерархические процедуры кластеризации (ближнего и дальнего соседа, средней связи, Уорда и др). Параллельные процедуры кластеризации. Достоинства и недостатки кластерного анализа.

Тема 16. Многомерное шкалирование. Понятие многомерного шкалирования. Метрическое многомерное шкалирование. Неметрическое многомерное шкалирование по Краскелу и Гудману. Качество многомерного шкалирования (диаграмма Шепарда, стресс, коэффициент отчужденности).

## **7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине:**

### **7.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

*Примерный список заданий для проведения текущей аттестации (для подготовки к коллоквиумам, контрольным, опросам)*

- 1) Каким критерием следует воспользоваться для проверки статистической гипотезы о равенстве векторов средних в двух группах наблюдений?
- 2) На каких основаниях построена статистика Хотеллинга?
- 3) Дана задача изучения связи одного признака с целым набором других признаков. Какой метод анализа следует использовать для ее решения?
- 4) Для какого способа факторизации характерно нахождение нагрузок как наилучших статистических оценок (эффективных, состоятельных)?
- 5) В какой технике факторного анализа рассматривается один признак, измеренный в несколько моментов времени у многих индивидов?
- 6) В какой технике факторного анализа рассматривается коррелированность индивидов по значениям многих признаков?
- 7) Для решения какой задачи предназначена линейная дискриминантная функция Фишера?
- 8) В чем основное отличие анализа главных компонент и факторного анализа?
- 9) На чем основан критерий Кайзера отбора главных компонент?
- 10) В чем заключается эффект мультиколлинеарности?

- 11) Что описывает толерантность признака?
- 12) Для какого типа процедур кластеризации характерно априорно установленное количество кластеров и участие всех таксономических единиц на каждом шаге вычислений?
- 13) Что изображает диаграмма Шепарда при проведении многомерного шкалирования?
- 14) Какие показатели, получаемые в ходе множественного регрессионного анализа, можно использовать для суждения о сравнительном участии разных признаков в рассматриваемой множественной связи?
- 15) Дана задача изучения коррелированности единого набора признаков. Какой метод анализа следует использовать для ее решения?
- 16) Для каких факторов в факторном анализе характерны нескоррелированность и совпадение матриц факторного отображения и факторной структуры?
- 17) Какие из описанных ниже задач НЕ решаются в рамках множественной регрессии:
  - a. Изучение существования неслучайных связей некоторого признака с каждым отдельным показателем, входящим в набор других признаков.
  - b. Выявление связей внутри разных частей набора независимых переменных.
  - c. Построение оценочного уравнения для приближенного вычисления какого-то непосредственно трудно измеримого признака.
  - d. Устранение из изменчивости некоего признака влияния комплекса других показателей.

***Примерный список вопросов для промежуточной аттестации (зачет)***

1. Описание набора признаков. Вектор наблюдений, вектор средних, ковариационная и корреляционная матрицы. Многомерное нормальное распределение
2. Многомерные аналоги одномерных методов.
3. Проверка гипотез о равенстве векторов средних в двух совокупностях. Критерий Хотеллинга. Проверка гипотезы об однородности нескольких векторов средних. Критерий Уилкса.
4. Понятие множественной регрессии. Пошаговая регрессия. Проблема мультиколлинеарности. Толерантность независимых переменных. Анализ регрессионных остатков.

5. Множественная корреляция и регрессия. Использование множественной регрессии в антропологических исследованиях
6. Понятие о канонических корреляциях и канонических величинах. Проверка гипотез о канонических корреляциях.
7. Линейные комбинации признаков. Понятие главных компонент. Интерпретация главных компонент. Использование главных компонент.
8. Факторный анализ – основные понятия. . Этапы факторизации. Интерпретация результатов.
9. Факторный анализ – принципы, виды. Определение общностей. Отличия от метода главных компонент. Ортогональное преобразование факторных решений.
10. Обзор методов факторизации. Метод главных факторов. Метод минимальных остатков. Метод максимального правдоподобия.
11. R, Q, T- техники факторного анализа, их сходство и различие. Область применения.
12. Дискриминантный анализ. Дискриминация при числе совокупностей большем двух. Расстояние Махаланобиса. Системы дискриминантных функций, таблицы классификации. Пошаговый дискриминантный анализ.
13. Дискриминантный анализ. Дискриминация для двух групп наблюдений в одномерном случае. Ошибки дискриминации. Линейная дискриминантная функция Фишера.
14. Канонический дискриминантный анализ. Понятие о канонических дискриминантных функциях. Свойства этих функций. Канонический дискриминантный анализ как метод исследования межгрупповой вариации.
15. Кластерный анализ – основные понятия. Этапы кластеризации.
16. Матрица расстояний между объектами. Меры сходства для количественных и качественных признаков. Коэффициент корреляции как мера сходства
17. Иерархические процедуры кластеризации (обзор методов). Понятие о параллельных процедурах кластеризации.
18. Сходство и отличие кластерного анализа и канонического дискриминантного анализа.
19. Многомерное шкалирование. Неметрическое многомерное шкалирование. Способы оценки качества многомерного шкалирования (диаграмма Шепарда, стресс, коэффициент отчужденности).



### ***Пример ситуационного кейс-задания***

1. Дана база наблюдений антропометрических показателей в трех группах испытуемых.
2. Проведите анализ распределения признаков, рассчитайте описательные статистики.
3. Выберите критерии сравнения статистических параметров в трех группах.
4. Изучите закономерности взаимной изменчивости признаков.
5. Сделайте выводы о характере внутри- и межгрупповой изменчивости признаков на основании проведенных анализов.

### ***Примеры тестовых заданий для контроля остаточных знаний***

1. Табличная форма представления материала теряет смысл, если признак измерен
  1. в количественной шкале;
  2. в номинальной шкале;
  3. в ранговой шкале
2. Какой показатель изменчивости менее зависим от объема выборки
  1. вариационный размах
  2. абсолютное отклонение
3. Какая из перечисленных ниже характеристик учитывает только одно или два наблюдения из всего вариационного ряда?
  1. мода
  2. средняя арифметическая
  3. медиана
  4. коэффициент вариации
4. Какое количество наблюдений (в процентах) попадет в межквартильный размах  $D_7-D_3$  ?
  1. 40%
  2. 4%
  3. нет верного ответа
5. При правосторонней асимметрии
  1. значение моды больше значения среднего арифметического
  2. значение моды меньше среднего арифметического.
6. Какая из характеристик центральной тенденции определяется по вариационному ряду однозначно

1. мода
  2. медиана
7. Какая из перечисленных ниже характеристик учитывает только одно или два наблюдения из всего вариационного ряда (возможен один или несколько ответов)?
1. мода
  2. средняя арифметическая
  3. среднеквадратическое отклонение
  4. вариационный размах
8. Какое количество наблюдений (в процентах) попадет в межквартильный размах  $Q_3 - Q_1$
1. 2%
  2. 20%
  3. 50%
9. Каким критерием следует воспользоваться для проверки статистической гипотезы о равенстве векторов средних в двух группах наблюдений?
1. Критерием Шеффе.
  2. Критерием Хотеллинга
  3. Критерием Кайзера.
10. Каким критерием следует воспользоваться для проверки статистической гипотезы о равенстве векторов средних в нескольких группах наблюдений?
1. Критерием Бартлетта.
  2. Критерием Уилкса.
  3. Критерием Хотеллинга
11. На каких математических процедурах основана статистика Хотеллинга?
1. На основании сравнения внутригрупповых ковариационных матриц в нескольких выборках.
  2. На основании сравнения матриц, описывающих межгрупповую и внутригрупповую вариацию.
  3. На основании сравнения двух векторов средних в форме расстояния Махаланобиса.
12. На каких основаниях построена статистика Уилкса?
1. На основании сравнения внутригрупповых ковариационных матриц в нескольких выборках.

2. На основании сравнения матриц, описывающих межгрупповую и внутригрупповую вариацию.
  3. На основании сравнения двух векторов средних в форме расстояния Махаланобиса.
13. Дана задача изучения связи одного признака с целым набором других признаков. Какой метод анализа следует использовать для ее решения?
1. Множественную корреляцию и регрессию.
  2. Каноническую корреляцию.
  3. Факторный или компонентный анализ.
14. Дана задача изучения коррелированности двух наборов признаков. Какой метод анализа следует использовать для ее решения?
1. Множественную корреляцию и регрессию.
  2. Каноническую корреляцию.
  3. Факторный или компонентный анализ.
15. Дана задача изучения коррелированности единого набора признаков. Какой метод анализа следует использовать для ее решения?
1. Множественную корреляцию и регрессию.
  2. Каноническую корреляцию.
  3. Факторный или компонентный анализ.
16. Какие из описанных ниже задач НЕ решаются в рамках множественной регрессии?
1. Изучение существования неслучайных связей некоторого признака с каждым отдельным показателем, входящим в набор других признаков.
  2. Выявление связей внутри разных частей набора независимых переменных.
  3. Построение оценочного уравнения для приближенного вычисления какого-то непосредственно трудно измеримого признака.
  4. Устранение из изменчивости некоего признака влияния комплекса других показателей.
17. Какие показатели, получаемые в ходе множественного регрессионного анализа, можно использовать для суждения о сравнительном участии разных признаков в рассматриваемой множественной связи?
1. Коэффициент множественной корреляции.
  2. Коэффициент множественной детерминации.

3. Стандартизованные коэффициенты множественной регрессии ( $b$  или  $\beta$  - коэффициенты).
  4. Исходные коэффициенты множественной регрессии.
18. Какой показатель, получаемый в ходе множественного регрессионного анализа, можно использовать для оценки доли общей изменчивости зависимой переменной и связанных с ней независимых признаков?
1. Коэффициент множественной корреляции.
  2. Коэффициент множественной детерминации.
  3. Стандартизованные коэффициенты множественной регрессии ( $b$  или  $\beta$  - коэффициенты) для независимых признаков.
  4. Исходные коэффициенты множественной регрессии для независимых признаков.
19. Что описывает толерантность признака?
1. Участие этого признака в множественной корреляции.
  2. Возможность появления мультиколлинеарности при участии этого признака в наборе независимых переменных.
  3. Долю изменчивости независимого признака, описываемую комплексом независимых переменных.
20. В чем заключается эффект мультиколлинеарности?
1. В отсутствии сколько-нибудь достоверной множественной корреляции.
  2. В наличии очень высокой связи между независимыми признаками.
  3. В отсутствии сколько-нибудь достоверной канонической корреляции.
  4. В существовании высокой достоверной канонической корреляции.
21. Каким критерием нельзя пользоваться при отборе нескольких первых главных компонент?
1. Критерием Кайзера.
  2. Критерием Уорда.
  3. Критерием Кеттела.
  4. Критерием полноты учитываемой суммарной изменчивости признаков.
22. На чем основан критерий Кайзера отбора главных компонент?
1. На учете полноты учитываемой суммарной вариации признаков.

2. На учете всех главных компонент, с собственным числом не меньшим 1.
  3. На использовании графика значений собственных чисел в зависимости от их номера.
  4. На учете интерпретируемости получаемых нагрузок на главные компоненты.
  5. На специальном статистическом критерии.
23. На чем основан критерий Кеттела отбора главных компонент?
1. На учете полноты учитываемой суммарной вариации признаков.
  2. На учете всех главных компонент, с собственным числом не меньшим 1.
  3. На использовании графика значений собственных чисел в зависимости от их номера.
  4. На учете интерпретируемости получаемых нагрузок на главные компоненты.
  5. На специальном статистическом критерии.
24. В чем основное отличие анализа главных компонент и факторного анализа?
1. В нахождении новых переменных, описывающих основные закономерности вариации набора признаков.
  2. В определении доли суммарной вариации исходных признаков, описываемых первыми факторами или главными компонентами.
  3. В описании величины всей изменчивости каждого исходного признака в одном случае и части изменчивости в другом случае.
  4. В использовании для интерпретации получаемых результатов нагрузок на исходные признаки.
25. Для каких факторов в факторном анализе характерны нескоррелированность и совпадение матриц факторного отображения и факторной структуры?
1. Облических.
  2. Ортогональных.
26. Для каких факторов в факторном анализе характерны скоррелированность и несовпадение матриц факторного отображения и факторной структуры?
1. Облических.
  2. Ортогональных.

27. Для какого способа факторизации характерно нахождение нагрузок как собственных векторов редуцированной корреляционной матрицы?
  1. Метод минимальных остатков.
  2. Метод главных факторов.
  3. Метод максимума правдоподобия.
28. Для какого способа факторизации характерно нахождение нагрузок как наилучших статистических оценок (эффективных, состоятельных)?
  1. Метод минимальных остатков.
  2. Метод главных факторов.
  3. Метод максимума правдоподобия.
29. Для какого способа факторизации характерно нахождение нагрузок как характеристик, наиболее точно описывающих исходные коэффициенты корреляции?
  1. Метод минимальных остатков.
  2. Метод главных факторов.
  3. Метод максимума правдоподобия.
30. В какой технике факторного анализа рассматривается один признак, измеренный в несколько моментов времени у многих индивидов?
  1. R-техника.
  2. T-техника.
  3. Q-техника.
31. В какой технике факторного анализа рассматривается коррелированность признаков, измеренных у многих индивидов?
  1. R-техника.
  2. T-техника.
  3. Q-техника.
32. В какой технике факторного анализа рассматривается коррелированность индивидов по значениям многих признаков?
  1. R-техника.
  2. T-техника.
  3. Q-техника.
33. Для решения какой задачи предназначена линейная дискриминантная функция Фишера?
  1. Задачи дискриминации наблюдений в одну из многих совокупностей индивидов.

2. Задачи дискриминации наблюдений в одну из двух совокупностей индивидов.
  3. Для решения задачи наилучшего наглядного представления межгрупповой вариации.
  4. Для решения задачи классификации (таксономии).
34. На основе какого результата дискриминантного анализа можно получить представление о его способности обеспечивать малые вероятности совершения ошибок дискриминации?
1. На основе наборов исходных коэффициентов дискриминантных функций.
  2. На основе наборов стандартизованных коэффициентов дискриминантных функций.
  3. На основе классификационной таблицы.
35. Какую задачу не следует решать в рамках канонического дискриминантного анализа?
1. Задача выявления основных направлений межгрупповой вариации признаков для большого количества выборок.
  2. Задача наглядного представления основных направлений межгрупповой вариации признаков для большого количества выборок.
  3. Задача классификации исследуемых групп индивидов.
  4. Задача выявления внутригрупповых корреляций для нескольких наборов количественных признаков.
  5. Задача дискриминации наблюдений в одну из нескольких групп индивидов.
36. Какое свойство не характерно для канонических дискриминантных функций (канонических переменных)?
1. Канонические переменные нескоррелированы во внутригрупповом плане.
  2. Канонические переменные нескоррелированы в межгрупповом плане.
  3. Канонические переменные имеют одинаковые межгрупповые дисперсии.
  4. Канонические переменные имеют одинаковые внутригрупповые дисперсии равные единице.
  5. Канонические переменные обеспечивают возможность проведения дискриминации наблюдений в несколько групп индивидов.

37. Для какого типа процедур кластеризации характерно априорно установленное количество кластеров и участие всех таксономических единиц на каждом шаге вычислений?
1. Иерархических.
  2. Параллельных.
38. Для какого типа процедур кластеризации не установлено заранее количество кластеров и на каждом шаге вычислений участвуют лишь две таксономические единицы (или кластеров)?
1. Иерархических.
  2. Параллельных.
39. Какой вид функции расстояния лежит в основе расстояния Чекановского?
1. Функция расстояния Хемминга.
  2. Функция расстояния Евклида.
  3. Функция расстояния Махаланобиса.
40. Какая из иерархических процедур кластеризации характеризуется частым проявлением "цепочечного эффекта"?
1. Метод ближайшего соседа.
  2. Метод дальнего соседа.
  3. Метод средней связи.
  4. Метод Уорда.
41. Какая из перечисленных иерархических процедур кластеризации характеризуется помехоустойчивостью?
1. Метод ближайшего соседа.
  2. Метод дальнего соседа.
  3. Метод средней связи.
42. Какая из иерархических процедур кластеризации характеризуется помехоустойчивостью и компактностью выделяемых кластеров?
1. Метод ближайшего соседа.
  2. Метод дальнего соседа.
  3. Метод средней связи.
  4. Метод Уорда.
43. Что изображает диаграмма Шепарда при проведении многомерного шкалирования?
1. График соотношений между таксономическими единицами.



2. Соотношение между эмпирическими таксономическими расстояниями и наблюдаемыми на графике расстояниями между таксономическими единицами.
3. Доли вариации признаков, описываемые осями многомерного шкалирования.

## 7.2. Описание критериев и шкал оценивания

### *Описание критериев оценивания выполнения задания*

Показатель	Баллы
Студент выполняет менее 50% задания	0-20
Задание студент выполняет все или большей частью, есть отдельные неточности, способен при направляющих вопросах исправить допущенные неточности	21-32
Задание выполнено студентом правильно, самостоятельно в полном объеме	33-40

### *Шкала оценивания сформированности компетенций*

Уровень сформированности компетенции	Баллы	Оценка в 5-балльной шкале
Недостаточный	Менее 20	неудовлетворительно
Базовый	20-26	удовлетворительно
Высокий (повышенный)	27-32	хорошо
Продвинутый (повышенный)	33-40	отлично

## 8. Ресурсное обеспечение:

### *Перечень основной и дополнительной учебной литературы*

#### Основная литература

1. Дерябин В.Е. Курс лекций по элементарной биометрии для антропологов. М., 2007.
2. Дерябин В.Е. Многомерная биометрия для антропологов. М.: Изд-во Московского ун-та, 1983.
3. Дерябин В.Е. Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. М., 2008, 332 с.
4. Боровиков В.П. STATISTICA Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб, 2001.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990.

### Дополнительная литература

1. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. М.: "Мир", 1982.
2. Бартлетт М.С. Многомерная статистика. – Теоретическая и математическая биология. М.: "Мир", 1968.
3. Бюль А., Цефель П. SPSS. Искусство обработки информации. М. – Киев.: DiaSoft, 2005.
4. Глотов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. Биометрия. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1982.
5. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976.
6. Ким Дж.О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р., Олдендерфер М.С. Блэшфилд Р.К. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: "Финансы и статистика", 1989.
7. Наследов А. SPSS: компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках. СПб, 2005.
8. Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1975.

### **8.2. Перечень лицензионного программного обеспечения**

1. Пакет офисных программ «МойОфис»;
2. Яндекс Браузер;
3. Пакеты программ «Statistica 6.0» и выше, SPSS.

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.elibrary.ru>

<https://istina.msu.ru>

## **9. Язык преподавания**

Русский

## **10. Преподаватель**

Гончарова Наталия Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры антропологии биологического факультета МГУ

## **11. Автор программы**

Гончарова Наталия Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры антропологии биологического факультета МГУ