

Ф.С. ЛОБЫРЕВ



СБОРНИК ЗАДАЧ

ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

400 ЗАДАЧ

ИХТИОЛОГИЯ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Биологический факультет
Кафедра ихтиологии

Ф.С. ЛОБЫРЕВ

СБОРНИК ЗАДАЧ

ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

400 ЗАДАЧ

ИХТИОЛОГИЯ

Учебное пособие по курсу лекций
«Практическая биостатистика»

КОНСТАНТА
Белгород, 2026

УДК 597.2/.5(075)
ББК 28.693.33в631я73
Л68

Лобырев, Фёдор Сергеевич

Л68 Сборник задач по биологической статистике. 400 задач. Ихтиология : учебное пособие по курсу лекций «Практическая биостатистика» / Ф. С. Лобырев ; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра ихтиологии. – Белгород : КОНСТАНТА, 2026. – 96 с.

ISBN 978-5-908148-04-7

УДК 597.2/.5(075)
ББК 28.693.33в631я73

ISBN 978-5-908148-04-7

© Лобырев Ф.С., 2026
© МГУ имени М.В. Ломоносова, 2026
© КОНСТАНТА, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
-----------------------	----------

Раздел 1. Проверка распределений на нормальность.

Аппроксимация	7
Критерий Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk test); тест Колмогорова-Смирнова (Kolmogorov-Smirnov test); критерий Лиллиефорса (Lilliefors test)	7

Раздел 2. Анализ двух выборок

t-тест Стьюдента для связанных и несвязанных выборок (dependent & independent samples t-test); тест Манна-Уитни (Mann-Whitney U test); тест Колмогорова-Смирнова (Kolmogorov-Smirnov test); тест Вальда-Вольфовица (Wald-Wolfowitz runs test); критерий Уилкоксона (Wilcoxon test), коэффициент вариации (coefficient of variation), тест Эппса-Синглтона (Epps-Singleton test), анализ выживания (survival analysis)	14
--	-----------

Раздел 3. Анализ трёх и более выборок

Тест Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test), тест Фридмана (Friedman test / Friedman ANOVA), критерий Тьюки (Tukey's HSD), критерий Манна-Уитни (pairwise Mann-Whitney U tests), тест Данна (Dunn's post hoc test), дисперсионный анализ (one-way и two-way ANOVA, factorial ANOVA, main-effect ANOVA, repeated-measures ANOVA, MANOVA, ANCOVA, MANCOVA, nested ANOVA)	24
---	-----------

Раздел 4. Частотный анализ	47
Тест Кокрана (Cochran's Q test), критерий хи-квадрат (chi-square test), точный тест Фишера (Fisher's exact test)	47
Раздел 5. Корреляция и регрессия. Регрессионные модели	57
Корреляция Спирмена (Spearman's rank correlation coefficient); корреляция Пирсона (Pearson's correlation coefficient); линейная регрессия (linear regression), логистическая регрессия (logistic regression), лог-линейный анализ (log-linear regression), множественная регрессия (multiple regression)	57
Раздел 6. Методы многомерного анализа. Ординационные методы. Оценка биоразнообразия	71
Непараметрический многомерный анализ (one-way & two-way ANOSIM, ANOSIM without replication, one-way & two-way PERMANOVA, SIMPER); методы прямого градиентного анализа (CCA, RDA, LDA, CABFAC); методы непрямого градиентного анализа (PCA, MDS, PCoA, DCA, CA, PLS); многомерное шкалирование (multidimensional scaling); дискриминантный анализ (linear discriminant analysis); кластерный анализ (clustering); биоразнообразие (biodiversity)	71
Список рекомендуемой литературы	95

ВВЕДЕНИЕ

Вашему вниманию предлагается сборник упражнений по основным разделам биометрии, к которым обращается биолог, решая практические задачи в различных областях ихтиологии. Данное пособие ориентировано на формирование и развитие статистического мышления при работе с эмпирическими выборками; задачи сборника моделируют характерные случаи, возникающие при постановке экспериментов, разработке схем отбора проб и анализе данных. Поскольку эти этапы составляют неотъемлемую часть любого научного исследования, недостаток опыта здесь часто становится ключевым фактором, снижающим качество получаемых результатов.

Навык решения прикладных задач по биостатистике выступает важным элементом подготовки будущего специалиста и закладывает основу его профессиональной самостоятельности. Такой навык обеспечивает становление исследователя, способного осмысленно формулировать задачу, подбирать аналитический инструментарий и корректно интерпретировать результаты. Решение подобных задач позволяет в учебном формате приобщиться к научной работе и приобрести опыт анализа данных различной природы и структуры. В связи с этим задачи пособия основаны на выборках разного типа, с которыми специалист регулярно сталкивается в практике ихтиологических исследований.

Любая задача сборника состоит из двух частей: 1) числовых данных в виде распределений, размещённых на отдельном листе файла Excel, и 2) сформулированного условия задачи, представленного в соответствующем разделе пособия, а также продублированного на листе Excel с числовыми данными во

вкладке «Read_me». Цифровые данные размещены в репозитории <https://github.com/Feodor1974/biostatistics> в файлах Excel, каждый из которых привязан к конкретному разделу пособия, где нумерация листов файла соответствует нумерации задач каждого из разделов. По данной ссылке также доступны дополнительные материалы.

Решение любой задачи включает две фазы: 1) предварительный анализ цифровых данных из файла Excel и выбор адекватного статистического критерия с учётом структуры выборки и исследовательской гипотезы, и 2) загрузку данных в программный пакет для их последующей обработки. Анализ цифрового материала можно выполнить в любой подходящей статистической программе, однако ни один отдельный пакет не обладает функционалом, позволяющим в равной степени эффективно решать весь спектр задач пособия. В связи с этим пособие ориентировано на использование двух программ: 1) STATISTICA любой актуальной версии – коммерческого софта с широким набором стандартных и расширенных методов анализа, и 2) PAST (PAleontological STatistics) – бесплатного программного пакета для обработки биологических данных. Совместное применение этих программ позволяет решить полный набор задач сборника без привлечения дополнительного программного обеспечения.

Для удобства работы в начале каждого раздела приводится перечень тестов, на который следует ориентироваться при выборе методов для решения задач раздела. Часть критериев при этом является функционально взаимозаменяемой, что позволяет варьировать подходы в зависимости от уровня подготовки и целей курса. Следует также отметить, что благодаря универсальности закономерностей организации и изменчивости объектов живой природы задачи пособия могут быть использованы при подготовке специалистов в любых других областях биологии.

РАЗДЕЛ 1. ПРОВЕРКА РАСПРЕДЕЛЕНИЙ НА НОРМАЛЬНОСТЬ. АППРОКСИМАЦИЯ

Критерий Шapiro-Уилка (Shapiro-Wilk test); тест Колмогорова-Смирнова (Kolmogorov-Smirnov test); критерий Лиллиефорса (Lilliefors test).

1. Аппроксимировать функцией Баранова $N(t) = \exp(-k \cdot t)$ распределение плотности различных возрастных групп леща, линя и краснопёрки из оз. Белое, получив кривую выживания для данных видов.

2. Проверить на нормальность выборочные распределения длины окуня различных возрастных групп. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.

3. Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Pb, Cd, Cu, Zn и Ni в мышечной ткани окуня из оз. Иртяш. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.

4. Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Pb, Cd, Cu, Zn и Ni в мышечной ткани рипуса из оз. Сингуль Челябинской области. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
5. Проверить на нормальность выборочные распределения показателей интенсивности инвазии (ИИ) четырёх видов паразитов плотвы р. Хопёр: *Rhipidocotyle fennica* (Rf), *Posthodiplostomum cuticola* (Pc), *Apophallus muehlingi* (Am) и *Diplostomum spathaceum* (Dc). Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
6. Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Cu, Zn и Fe в мышечной ткани плотвы из пяти точек района нижней Волги. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
7. Аппроксимировать функцией Баранова $N(t) = \exp(-k \cdot t)$ распределение плотностей (экз./м³), получив кривую выживания различных возрастных групп окуня, плотвы и густеры из оз. Нечерица.
-
8. Проверить на нормальность распределения выборочной массы керчака из уловов сетей размера ячеи 20, 25 и 30 мм из Кандалакшской губы. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max

выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.

- 9.** Проверить на нормальность выборочные распределения длин густеры различных возрастных групп. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) $\min$ и $\max$ выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-

- 10.** Проверить на нормальность распределения выборочных длин окуня различных возрастных групп из оз. Дальнее. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) $\min$ и $\max$ выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-

- 11.** Аппроксимировать степенной функцией вида $W(L) = a \cdot L^b$ распределения массы гольца (W) в зависимости от длины (L) из четырёх точек оз. Лама и оз. Капчук.
-

- 12.** Проверить на нормальность распределения выборочной массы беломорской трески различных возрастных групп из Канадалакшской губы. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) $\min$ и $\max$ выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-

- 13.** Проверить на нормальность распределения выборочных длин плотвы различных возрастных групп оз. Орано. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) $\min$ и $\max$ выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.

14. Аппроксимировать функцией Берталанфи для линейного роста $L(t) = L_{\infty}(1 - \exp(-k \cdot (t - t_0)))$ распределения длин плотвы трёх мультिवозрастных выборок из разных озёр.
-
15. Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Cu в мышечной ткани плотвы из четырёх точек р. Москвы выше и ниже Курьяновской станции аэрации (КСА). Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
16. Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Cu, Zn и Fe в мышечной ткани плотвы из пяти точек района нижней Волги. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
17. Проверить на нормальность выборочные распределения длин плотвы различных возрастных групп. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
18. Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Cu, Zn и Fe в мышечной ткани окуня из четырёх точек Волгоградского водохранилища. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.

- 19.** Аппроксимировать степенной функцией вида $W(L) = a \cdot L^b$ распределения массы (W) беломорской трески в зависимости от длины (L) за три различных года.
-
- 20.** Проверить на нормальность выборочные распределения показателей интенсивности инвазии (ИИ) четырёх видов паразитов щуки р. Вятка: *Ergasilus sieboldi* (Es), *Anodonta cygnea* (Ac), *Azygia lucii* (Al) и *Acanthocephalus anguillae* (Aa). Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
- 21.** Проверить на нормальность выборочные распределения массы молоди гольца из безымянного ручья бассейна оз. Кроноцкого для каждого часа лова. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
- 22.** Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Pb, Cd, Cu, Zn и Ni в мышечной ткани рипуса из оз. Первое Челябинской области. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
- 23.** Аппроксимировать функцией Бергаланфи для весового роста $W(t) = W_{\infty}(1 - \exp(-k \cdot (t - t_0)))^3$ распределения длин карася четырёх мультिवозрастных выборок из различных озёр.

- 24.** Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Cu и Fe в мышечной ткани леща из четырёх точек р. Москвы выше и ниже Курьяновской станции аэрации (КСА). Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
- 25.** Аппроксимировать степенной функцией вида $W(L) = a \cdot L^b$ распределения массы беломорской наваги в зависимости от длины за три различных года; W – масса, L – длина рыбы.
-
- 26.** Проверить на нормальность выборочные распределения концентраций Cu, Zn и Fe в мышечной ткани леща из четырёх точек Волгоградского водохранилища. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.
-
- 27.** Аппроксимировать функцией Берталанфи для линейного роста $L(t) = L_{\infty}(1 - \exp(-k \cdot (t - t_0)))$ распределения длин окуня трёх мультивозрастных выборок из трёх рек.
-
- 28.** Проверить на нормальность выборочные распределения длин молоди гольца из безымянного ручья бассейна оз. Кроноцкое для каждого часа лова. Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.

- 29.** Аппроксимировать функцией Берталанфи для весового роста $W(t) = W_{\infty}(1 - \exp(-k \cdot (t - t_0)))^3$ распределения длин густеры четырёх мультивозрастных выборок из различных озёр.
-
- 30.** Проверить на нормальность выборочные распределения показателей интенсивности инвазии (ИИ) четырёх видов паразитов леща бассейна Нижнего Иртыша: *Caryophyllaeus laticeps* (Cl), *Diplostomum chromatophorum* (Dc), *Diplostomum sp* (D) и *Opisthorchis felineus* (Of). Для каждой выборки вычислить: 1) среднее, 2) медиану, 3) моду, 4) сумму, 5) min и max выборочное значение, 6) дисперсию, 7) стандартную ошибку и 8) коэффициент асимметрии.

РАЗДЕЛ 2. АНАЛИЗ ДВУХ ВЫБОРОК

t-тест Стьюдента для связанных и несвязанных выборок (dependent & independent samples t-test); тест Манна-Уитни (Mann-Whitney U test); тест Колмогорова-Смирнова (Kolmogorov-Smirnov test); тест Вальда-Вольфовица (Wald-Wolfowitz runs test); критерий Уилкоксона (Wilcoxon test), коэффициент вариации (coefficient of variation), тест Эннса-Синглтона (Epps-Singleton test), анализ выживания (survival analysis)

1. Измерен коэффициент упитанности (КУ) самок (F) и самцов (M) пятилеток породы карпа ропшинский. Можно ли по данному показателю считать особей разного пола принадлежащими одной генеральной совокупности? Построить диаграммы размаха.

2. В двух промысловых районах Охотского моря за одно и то же время получена биомасса минтая за час траления, тонны. Проверить гипотезу об одинаковом распределении биомассы минтая в пределах данного отрезка времени.

3. Измерили концентрацию кадмия в печени и почках плотвы. Являются ли статистически значимыми различия в концентрации данного металла в разных тканях?

4. Двухлеткам-самцам карпа пород зеркальный (З) и линейный (Л) – 25-ти экз. каждой породы – ввели гормон роста F. Начиная с определённого времени, каждые 2 часа отбирали по одному экз. каждой породы, вскрывали и изучали степень зрелости гонад, пороговым значением которой являлась 4-я стадия: 0 – порог не достигнут, 1 – порог достигнут. Дать ответ на следующие вопросы: 1) в одной ли мере гормон F стимулирует созревание карпа обеих пород; 2) определить время в часах с начала вскрытия первой рыбы, по истечении которого 25 % всех особей зеркального карпа и 50 % всех особей линейного карпа достигнут данного порога зрелости. Построить соответствующие кривые.
-
5. У щуки возраста 3+ измерен диаметр глаза (D) в мм. Провести статистический анализ на предмет сходства величин данного параметра у особей из двух смежных озёр. Построить диаграммы размаха.
-
6. Измерили концентрацию кадмия, мг/кг, в печени и костях судака Куйбышевского водохранилища. Справедлива ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать.
-
7. Трёхлеткам карпа породы чувашский чешуйчатый из опытной группы ввели гормон А. Сравнить концентрацию холестерина (мг/дл) в крови у рыб из контрольной и опытной групп. Влияет ли фактор на отклик? Построить диаграммы размаха.
-
8. Оценили скорость плавания двухлеток густеры в длинах тела в секунду (BL/s) при последовательном изменении уровня шума, с N до M дБ. Справедлива ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать.

- 9.** В сети ячеи 20 и 22 мм поймано соответственно 25 и 29 экз. плотвы. У всей рыбы измерена длина тела, см. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 10.** Паразит *C* инвазирует внешние покровы карповых. В аквариум с 48-ю особями плотвы и 48-ю особями густеры возраста 1+ подсадили десять особей леща, заражённых паразитом *C*. Через установленное время начали изучать соскобы слизи плотвы и густеры на предмет оценки факта инвазии, каждые 3 часа отбирая по одной особи каждого вида; изученную рыбу отсаживали в другой аквариум. Коды событий: 0 – заражения нет, 1 – есть. Можно ли считать одинаковой скорость заражения данным паразитом обоих видов? Определить время в часах с начала анализа первых рыб, по истечении которого 50 % всех особей плотвы и 75 % всех особей густеры окажутся заражёнными. Построить соответствующие кривые.
-
- 11.** Измерены массы (W) в граммах гонад самцов леща возраста 5+ из популяций водохранилищ А и В. Оценить статистическую значимость различий двух популяций по данному показателю. Построить диаграммы размаха.
-
- 12.** Измерили концентрацию цинка, мг/кг, в печени и голове окуня из одного из озёр Самарской области. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать.
-
- 13.** У двухгодовиков пород карпа зеркальный и чешуйчатый измерена концентрация глюкозы в крови, ммоль/л. Имеются ли статистически значимые различия по данному показателю? Построить диаграммы размаха.

- 14.** Измерили скорости потребления кормовых объектов одного типа в единицу времени однолетками сома при двух уровнях освещённости; коды освещённости А и В. Влияет ли фактор на отклик? Ответ обосновать.
-
- 15.** У сеголеток речного окуня из выборок, взятых из двух биотопов оз. Круглое, измерена зоологическая длина в см. Проверить справедливость нулевой гипотезы. Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 16.** Оценили скорость плавания в длинах тела в секунду (BL/s) молоди налима из одной опытной группы при увеличении кислотности среды с 5,6 до 6,2 рН. Меняется ли при изменении кислотности активность молоди? Построить диаграммы размаха.
-
- 17.** В двух биотопах озера Чёрное получено видовое разнообразие ихтиофауны на стандартизированный улов. Проверить нулевую гипотезу о сходстве видового состава исследуемых биотопов.
-
- 18.** Измерен средний диаметр D в мм икринки у кижуча из двух нерестовых рек Сахалина, I и II. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 19.** У керчака из двух локальных популяций 1 и 2 пролива Великая Салма Белого моря оценили количество гельминтов в желудочно-кишечном тракте. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.

- 20.** В период 1988–2006 гг. проводилась оценка биомассы леща двух озёр Тверской области, кг/га. Проверить нулевую гипотезу о равенстве биомассы вида в двух озёрах в данном временном ряду.
-
- 21.** Изучается скорость обнаружения одной кормовой единицы в аквариуме с площадью дна S см² двумя видами тилляпии одного возраста и размера; в эксперименте участвуют по 33 особи каждого вида. Корм случайным образом размещался на дне аквариума, после чего запускалась рыба. Первой рыбе на поиск корма давалось 10 секунд; после изъятия первой рыбы запускалась вторая, которой на поиск давалось 20 секунд, и т. д. Коды событий: 0 – корм не обнаружен, 1 – обнаружен. Можно ли считать одинаковым время обнаружения корма особями двух видов? Определить время в секундах, за которое оба вида отыщут корм в 25-ти случаях из 100. Построить соответствующие кривые.
-
- 22.** Приросты массы тела ($\Delta W/\Delta t$) в граммах в единицу времени молоди карпа одной и той же группы, потребляющей один и тот же корм, оценили при разной кислотности среды; коды кислотности I и II. Оказывает ли значимое влияние изменение кислотности на темпы роста?
-
- 23.** Измерили концентрацию никеля, мг/кг, в печени окуня из двух озёр Челябинской области. Справедлива ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 24.** Измерили концентрацию цинка, мг/кг, в печени карася из двух озёр Куйбышевской области. Справедлива ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.

- 25.** Количество кормовых организмов, потребляемых молодью леща за единицу времени, оценили в лабораторных условиях до и после возрастания уровня шума на 10 дБ. Влияет ли уровень шума на интенсивность потребления корма?
-
- 26.** Получена оценка скорости потребления кормовых объектов одного типа в единицу времени молодью налима в лабораторных условиях при уровнях освещённости 1 и 4 люкса. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 27.** Приросты массы тела в единицу времени ($\Delta W/\Delta t$) у тиляпии возраста 2+ последовательно измерили при двух уровнях шумового воздействия, коды 1 и 2, при одних и тех же количестве и качестве корма. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать.
-
- 28.** Измерили концентрацию марганца, мг/кг, в мышечной ткани леща из двух озёр Владимирской области. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 29.** Приросты массы тела в единицу времени ($\Delta W/\Delta t$) у пангисиусов возраста 3+ последовательно измерили при кислотности среды 5,8 и 6,7 при одних и тех же количестве и качестве корма. Влияет ли кислотность на темпы роста рыбы? Построить диаграммы размаха.
-
- 30.** Измерили концентрацию марганца, мг/кг, в мышцах плотвы из двух точек Волгоградского водохранилища. Справедлива ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.

- 31.** Посчитано количество заглатываний воздуха с поверхности воды у молоди нильской тилляпии одной и той же опытной группы за единицу времени при температуре воды 21 и 24 °С. Оказывает ли значимое влияние увеличение температуры на скорость обменных процессов? Построить диаграммы размаха.
-
- 32.** Посчитано количество заглатываний воздуха с поверхности воды у молоди плотвы одной и той же опытной группы за единицу времени при двух температурах воды, коды I и II. Оказывает ли значимое влияние изменение температуры на данный показатель?
-
- 33.** Измерили концентрацию хрома, мг/кг, в сердце лосося из двух точек Ладожского озера. Справедлива ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 34.** Оценили концентрацию цинка, мг/кг, в жабрах и мышцах окуня из двух озёр Костромской области. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 35.** Гельминты вида Q, инвазирующие печень карпа, успешно выводятся антибиотиком В. Двухлеток карпа пород чувашский чешуйчатый и зеркальный – по 41 особи каждой породы, инвазированных данным паразитом – подвергли воздействию антибиотика. Спустя установленное время начинали отбирать по одной рыбе каждой породы через каждые 30 мин, вскрывая и изучая на предмет наличия паразита. Коды событий: 0 – паразит не обнаружен, 1 – паразит обнаружен. Можно ли считать одинаковым время воздействия антибиотика, при котором происходит полное выздоровление карпа обеих пород? Оценить время, за которое происходит, начиная

с момента вскрытия первой рыбы, выздоровление карпа обеих пород с вероятностью: зеркальный – 25 %, чувашский – 75 %. Построить соответствующие кривые.

- 36.** Скорость движения ранней молоди язя, выраженную в длинах тела в секунду (BL/s), измерили до и после повышения температуры воды на 3 °С. Влияет ли температура на скорость движения? Построить диаграммы размаха.
-

- 37.** Оценили скорость плавания двухлеток судака из одной опытной группы в длинах тела в секунду (BL/s) при разных уровнях шума, 40 и 60 дБ. Оказывает ли влияние уровень шума на активность рыбы? Построить диаграммы размаха.
-

- 38.** Оценили приросты массы тела двухлеток золотого карася одной и той же группы за одно и то же время ($\Delta W/\Delta t$) до и после введения гормона С. Оказывает ли значимое влияние гормон на прирост массы? Построить диаграммы размаха.
-

- 39.** Изучали летальное воздействие ртути на плотву и леща; в эксперименте участвовали по 35 особей каждого вида. Рыбу каждого вида помещали по одной в аквариум с одной и той же концентрацией ртути, N мг/л: первую рыбу каждого вида на 5 секунд, вторую – на 10 и т. д. После экспозиции рыбу вынимали из аквариума, пересаживали в аквариум с чистой водой и фиксировали её состояние. Коды состояния: 0 – рыба выживала, 1 – рыба впоследствии погибла. В одной ли степени данная концентрация ртути влияет на выживаемость обоих видов? Оценить время в секундах после экспозиции, когда вероятность гибели плотвы и леща составляет 0,25 и 0,5 соответственно. Построить соответствующие графики.

- 40.** Получена количественная оценка паразитофауны (экз.) наружных покровов сеголеток леща одной и той же опытной группы до и после применения антибиотика Н. Оказывает ли значимое воздействие антибиотик на степень заражения? Построить диаграммы размаха.
-
- 41.** Оценили приросты массы тела двухлеток пёстрого толстолобика в граммах за единицу времени ($\Delta W/\Delta t$) до и после введения гормона D. Оказывает ли значимое влияние гормон на прирост массы?
-
- 42.** Измерили концентрацию меди, мг/кг, в костях и голове леща из одного из озёр Самарской области. Справедлива ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать.
-
- 43.** Скорость движения ранней молоди форели, выраженную в длинах тела в секунду (BL/s), измерили до и после повышения температуры воды на 4 °C. Оказывает ли значимое влияние температура на скорость движения молоди?
-
- 44.** Оценили концентрацию железа, мг/кг, в гонадах и почках лосося Ладожского озера. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 45.** Оценили скорость движения молоди ерша из одной опытной группы в длинах тела в секунду (BL/s) при двух различных температурах воды; коды температур 1 и 2. Оказывает ли значимое влияние разница в температуре среды на активность молоди?

- 46.** У жереха из рек А и В измерен коэффициент упитанности. Можно ли считать популяции принадлежащими одной генеральной совокупности по величине данного параметра?
-
- 47.** В период 2000–2008 гг. в двух озёрах Ярославской области получены средние показатели концентрации кадмия в мышечной ткани окуня, мг/кг. Проверить нулевую гипотезу о равенстве концентраций кадмия окуня в данном временном ряду.
-
- 48.** Оценили концентрацию меди, мг/кг, в чешуе и гонадах окуня. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Построить диаграммы размаха.
-
- 49.** Измерен диаметр (D) в мм икринок кеты из двух нерестовых рек Камчатки. Имеются ли статистически значимые различия у двух популяций по величине данного параметра? Построить диаграммы размаха.
-
- 50.** У особей щуки возраста 2+ из водохранилищ А и В посчитано количество паразитов на внешних покровах. Проверить справедливость нулевой гипотезы. Построить диаграммы размаха.
-
- 51.** У двухлеток краснопёрки из выборок, взятых из двух биотопов оз. Чёрное, измерена длина по Смитту в см. Существуют ли статистически значимые различия по длине между локальными популяциями? Построить диаграммы размаха.
-
- 52.** Измерены массы W в граммах гонад самцов судака возраста 3+ из двух озёр, соединяющихся протокой. Влияет ли фактор на отклик? Ответ обосновать.

РАЗДЕЛ 3. АНАЛИЗ ТРЁХ И БОЛЕЕ ВЫБОРОК

Тест Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test), тест Фридмана (Friedman test / Friedman ANOVA), критерий Тьюки (Tukey's HSD), критерий Манна-Уитни (pairwise Mann-Whitney U tests), тест Данна (Dunn's post hoc test), дисперсионный анализ (one-way и two-way ANOVA, factorial ANOVA, main-effect ANOVA, repeated-measures ANOVA, MANOVA, ANCOVA, MANCOVA, nested ANOVA)

1. У сеголетков сига, выращенных при 6 плотностях посадки (N), измерили индексы сердца (С) и печени (П) в % от массы тела. Влияет ли фактор на отклики?

2. На рыбоводном заводе изучают влияние условий выращивания на рост молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*). Используя подходящий статистический тест, оценить, влияют ли факторы (номер партии, возрастной бассейн и рацион) на суточный прирост и выживаемость?

3. Измерили концентрацию Zn, мкг/г, в мышечной ткани карпа, выращенного на кормах с пищевой добавкой (Д) и без (БД) при двух уровнях кислотности, 1 и 2. Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.

4. У сеголетков сига, выращенных при трёх значениях температуры (Т), I–III, и при различных уровнях железа (Fe), мг/л, и фосфат-ионов (Р), мг/л, в воде измерили индексы сердца (С), печени (П) и жёлчного пузыря (Ж) в % от массы тела. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
5. Исследование изотопного состава углерода ($\delta^{13}\text{C}$) и азота ($\delta^{15}\text{N}$) в рыбах из трёх озёр. В каждом озере выделены биотопы и трофические группы рыб. Все измерения независимы. Используя адекватный тест, проведите анализ для изучения влияния факторов на изотопный состав. Проанализируйте основные эффекты и взаимодействия факторов.
-
6. Измерена жирность в % от сырого веса у самцов салаки на IV стадии зрелости гонад из четырёх нагульных стад. Имеются ли различия в жирности? Если да, то между какими стадами. Построить диаграммы размаха.
-
7. Измерен гемоглобин (Гм), г/л, крови русского осётра при различной температуре выращивания (Т) и при трёх уровнях плотности посадки, I–III. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
8. У линя, выращенного при четырёх уровнях кислотности рН, коды 1–4, измерили в граммах массу тела (W) и массу жабр (Ж). Влияет ли фактор на отклики?

- 9.** Измерен уровень лейкоцитов, $\times 10^9/\text{л}$, в крови белого амура после применения антигельминтного препарата А на 3, 10 и 20 суток. Верна ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 10.** Измерили температуру воды в оз. Широкое на 4-х глубинах 1 июня, 15 июня, 1 июля, 15 июля и 1 августа. Имеются ли статистически значимые различия температуры по глубине в разное время? Определить степень согласованности изменения температуры по глубинам.
-
- 11.** У тилляпии, выращенной на трёх типах корма, коды А–С, и при различных температуре (Т) и жёсткости (Ж) воды измерили содержание следующих аминокислот в мясе, мг/1 г: гистидина (Г), лейцина (Л) и триптофана (Тр). Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 12.** Измерен уровень мочевины, г/л, в крови карпа при четырёх температурах, коды 1–4, при использовании антибиотика А (А) и без (БА). Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками имеются различия при наличии таковых. Построить график средних.
-
- 13.** Измерен уровень альбумина, г/л, у стерляди контрольной группы (I) и двух опытных групп (II и III), получивших пищевые добавки А и В и выращиваемых при двух температурных режимах 1 и 2. Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками имеются различия, если таковые определены.

- 14.** Три биотопа с различными параметрами среды последовательно обловлены сетью ячеи 15 мм; у всей плотвы тотально измерена зоологическая длина. Различаются ли локальные группировки по размерному составу? Если да, то какие. Построить диаграммы размаха.
-
- 15.** Подберите адекватный тест для оценки влияния факторов на репродуктивные и физиологические показатели рыбы в исследуемом водоёме и проведите статистический анализ. Факторы – возраст и пол, отклики – плодовитость (Плд) и содержание жира (Ж, %). Определить, оказывают ли возраст, пол и их взаимодействие статистически значимое влияние на каждый из откликов.
-
- 16.** Измерены следующие рыбоводно-биологические показатели стерляди: среднесуточный прирост (СП), г, абсолютный прирост (АП), г, и кардиосоматический индекс (КСИ), %, при трёх величинах плотности посадки (ПП). Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 17.** Экстерьерные показатели карпа, коэффициент упитанности (КУ), %, и индекс высоты тела (ИВ), %, были оценены при выращивании карпа на основном рационе (О) и рационах с кормовыми добавками А и В. Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.

- 18.** У самок (F) и самцов (M) линя, выращенных при различной температуре (T) и кислотности (pH), измерили следующие гематологические показатели: палочкоядерные нейтрофилы (ПН), %, моноциты (М), %, и лимфоциты (Л), %. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 19.** У микижи из двух хозяйств А и В измерили в % коэффициент упитанности (КУ), индекс головы (ИГ) и индекс охвата (ИО). Влияет ли фактор на отклики?
-
- 20.** В эксперименте участвуют 10 особей плотвы возраста 2+. Измерялась скорость плавания в длинах тела в секунду каждой особи при 5-ти значениях кислотности; коды кислотности I–V. Влияет ли значимо кислотность среды на скорость плавания рыбы? Вычислить степень согласованности данного показателя в различных средах. Построить диаграммы размаха.
-
- 21.** В эксперименте участвуют 6 особей разных пород карпа: английский, анишский зеркальный, баттерфляй, беловский, белорусский и волжский рамчатый. В начале эксперимента все карпы имели одну массу тела. Каждого карпа последовательно кормили шестью кормами, коды A–F; масса вносимых кормов одинаковая. После каждого корма через стандартное время измерялся прирост массы тела в граммах. Оказывает ли значимое влияние вид корма на приросты карпа каждой породы? Определить степень согласованности влияния каждого типа корма на рост. Построить диаграммы размаха.

- 22.** Измерили концентрацию свинца, мг/кг, в печени, костях и голове окуня из Куйбышевского водохранилища. Верна ли нулевая гипотеза? Оценить коэффициент согласованности по данному показателю. Построить диаграммы размаха.
-
- 23.** Измерена высота в мм первого спинного плавника трёхлеток речного окуня из четырёх озёр Карелии, коды озёр I–IV. Имеются ли статистически значимые различия по данному параметру в четырёх популяциях? Если имеются, то в каких.
-
- 24.** Оценили уровень гемоглобина, г/л, в крови стерляди после применения антигельминтного препарата А на 3, 10 и 22 сутки. Верна ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 25.** Измерили приросты массы тела в граммах в единицу времени у трёхлеток окуня при последовательном изменении плотности посадки, экз./м³, коды 1–4. Справедлива ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых.
-
- 26.** У карася, выращенного при уровнях кислотности 1 и 2, измерили следующие гематологические показатели: палочкоядерные нейтрофилы (ПН), %, моноциты (М), %, и лимфоциты (Л), %. Влияет ли фактор на отклики?
-
- 27.** Получена оценка потребления однотипных кормовых объектов в единицу времени ($\Delta W/\Delta t$) молодью леща при трёх уровнях шума, коды 1–3, и различной температуре. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.

- 28.** В аквакультуре линия используются корма трёх типов, коды I–III, на фоне воздействия антибиотика А (А) и без антибиотика (БА), в результате чего получены показатели выживаемости, %. Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 29.** У молоди плотвы измерили скорость движения в длинах тела в секунду при последовательной смене уровней кислотности среды, коды I–III. Справедлива ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых?
-
- 30.** В опыте участвуют двухлетки мраморного гурами; каждой рыбе предлагается аминокислота А в десяти брошенных через равные промежутки времени гранулах агар-агара. Подсчитывается количество схватываний при последовательном изменении кислотности среды, коды I–III. Верна ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых.
-
- 31.** У карпа возраста 2+ при различной плотности посадки, коды I–III, и при различной температуре выращивания измерили уровень креатинина (Кр), мкмоль/л. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 32.** Измерен уровень лейкоцитов (Л), $x \times 10^9/\text{л}$, в крови белого амура после применения антигельминтного препарата А на 3, 10 и 20 сутки при двух различных уровнях кислотности среды, I и II. Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками есть различия, если таковые имеются.

- 33.** Оценили количество ритмичных движений жаберных крышек в единицу времени, связанных с интенсивностью аэрации жаберного эпителия, у двухлеток карася при последовательном изменении кислотности среды, коды 1–3. Справедлива ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых.
-
- 34.** В эксперименте участвуют 15 особей густеры; при 6-ти уровнях шума подсчитывают количество единиц идентичного корма, потребляемого рыбой за единицу времени; коды уровней шума I–VI. Влияет ли уровень шума на интенсивность питания? Оценить степень согласованности потребления корма в зависимости от величины шумового воздействия. Построить диаграммы размаха.
-
- 35.** Измерен уровень общего белка, г/л, в крови карпа в четырёх опытных группах, 1–4. Верна ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 36.** Измерен уровень гемоглобина, г/л, в крови карпа при применении антигельминтного препарата А на 3, 10 и 20 сутки при двух температурных режимах, I и II. Справедлива ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия.
-
- 37.** Измерялись приросты массы тела в граммах в единицу времени у трёхлеток золотого карася при последовательном изменении температуры воды, коды 1–3. Верна ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых?

- 38.** Получена оценка скорости плавания сеголетков язя (BL/s), длина тела в секунду, при различной температуре среды (Т) и трёх уровнях шума (Дб), 1–3. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 39.** В эксперименте участвуют 8 особей гурами, где каждой рыбе последовательно предлагается шесть аминокислот, А–F, в гранулах агар-агара. Каждой особи дают по 20 гранул с каждым веществом и подсчитывают, сколько каких гранул проглотила рыба. Определить статистическую значимость предпочтения рыбами различных аминокислот. Оценить степень согласованности рыб по предпочтению разных веществ. Построить диаграммы размаха.
-
- 40.** В 4-х биотопах оз. Дальнее оценивали количество молоди язя (экз./м³) четыре раза в течение суток: в 05:00, 12:00, 19:00 и 23:00. Имеются ли статистически значимые различия между плотностью молоди в разное время суток? Оценить степень согласованности динамики плотности молоди в различных точках. Построить диаграммы размаха.
-
- 41.** У тилляпии, выращенной на кормах с тремя типами добавок, А–С, а также при различной температуре (Т) и кислотности (рН), измерили в % индекс длины тушки (идТ), индекс длины головы (идГ) и индекс высоты тела (ивТ). Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.

- 42.** Проанализируйте влияние структуры речной системы (озёра и притоки) на характеристики нереста лососевых рыб (плотность нерестовых бугров, шт./100 м², доля оплодотворения икры, ДОИ, %, размер самок, см). Определите статистически значимые различия для каждого из откликов.
-
- 43.** Измерены гемоглобин (Г), г/л, и общие липиды (ОЛ), г/л, в крови русского осётра при двух температурных режимах выращивания (Т) и трёх уровнях кислотности (рН). Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 44.** Оценили прирост массы тела молоди карпа в единицу времени при последовательном изменении жёсткости воды, коды 1–3. Справедлива ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых.
-
- 45.** Измерен уровень щелочной фосфатазы (мкмоль/мл×час) у особей, выращенных при трёх уровнях жёсткости воды, коды 1–3, и при двух уровнях кислотности 1 и 2. Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками имеются различия при наличии таковых.
-
- 46.** У густеры возраста 1+ оценили скорость движения (BL/s), длины тела в секунду, и количество корма (N), потребляемого в единицу времени, при двух уровнях температуры (Т) и двух уровнях кислотности среды (рН). Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.

- 47.** Измерили концентрацию никеля, мг/кг, в жабрах, мышцах и чешуе окуня из Саратовского водохранилища. Верна ли нулевая гипотеза? Ответ обосновать. Оценить коэффициент согласованности по данному показателю. Построить диаграммы размаха.
-
- 48.** Измерили скорость движения двухлеток плотвы в длинах тела в секунду при последовательной смене уровней освещённости, коды I–III. Справедлива ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых?
-
- 49.** Оценили коэффициент упитанности, %, впервые нерестующих самок карпа при бассейновом (Б) и прудовом (П) выращивании, с использованием трёх типов кормов, А–С, при двух уровнях температуры, 1 и 2. Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 50.** Измерили концентрацию цинка, мг/кг, в мышцах, чешуе и гонадах окуня одного из озёр Оренбургской области. Верна ли нулевая гипотеза? Оценить коэффициент согласованности по данному показателю. Построить диаграммы размаха.
-
- 51.** Подсчитано количество идентичных кормовых объектов, потреблённых в единицу времени двухлетками густеры при различной освещённости; коды освещённости 1–3. Оказывает ли влияние освещённость на кормовую активность? Если оказывает, то какие уровни. Построить диаграммы размаха.

- 52.** Оценили приросты массы тела ($\Delta W/\Delta t$) у карпа породы зеркальный в граммах в единицу времени при различной температуре среды (T) и с применением двух типов кормов, А и В. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 53.** Измерен уровень альбумина, г/л, у стерляди контрольной группы К и двух опытных групп, получивших пищевые добавки А и В. Справедлива ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю.
-
- 54.** В эксперименте участвуют 12 особей линя, где при пяти уровнях освещённости подсчитывают количество идентичных кормовых объектов, потребляемых рыбой за единицу времени, коды I–V. Различается ли достоверно интенсивность питания в зависимости от освещённости? Оценить степень согласованности потребления корма в связи с освещённостью. Построить диаграммы размаха.
-
- 55.** Скорость движения сеголеток краснопёрки в длинах тела в секунду оценили при трёх величинах кислотности среды, коды 1–3. Верна ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 56.** Измерено содержание липидов в % в мышечной ткани канального сома (КС), белого толстолобика (БТ), пёстрого толстолобика (ПТ) и белого амура (БА). Справедлива ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?

- 57.** Измерен индекс селезёнки (ИСл), %, у русского осётра при различной жёсткости воды (Ж) и трёх типов рационов, коды 1–3. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые факторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 58.** Оценены следующие рыбоводно-биологические показатели радужной форели: конечная масса особи (W), г, коэффициент упитанности (КК), %, и конечная длина (Д), см, при использовании антибиотика А (А) и без (БА), а также рационов с кормовой добавкой (Д) и без (БД). Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 59.** Оценили уровень гемоглобина, г/л, в крови стерляди после применения антигельминтного препарата А на 4, 12 и 23 сутки при двух плотностях посадки I и II. Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками есть различия при наличии таковых.
-
- 60.** Измерили концентрацию Cu, мг/г, в мышечной ткани карпа, выращенного при трёх уровнях кислотности (рН), двух типах кормов, А и В, и двух температурных режимах (Т). Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 61.** У тилляпии, выращенной на кормах с четырьмя типами добавок, коды 1–4, измерили в % индекс длины тушки (ИДТ), индекс длины головы (ИДГ) и индекс длины кишечника (ИДК). Влияет ли фактор на отклики?

- 62.** Измерили длину и массу форели в трёх различных речных системах. Оценить влияние факторов – река, приток и нерестовая площадь (НП) – на отклики – массу и длину.
-
- 63.** У сеголетков сазана измерили приросты массы тела в гр. в единицу времени ($\Delta W/\Delta t$), скорость плавания в длинах тела в секунду (BL/s) и кол-во кормовых единиц, потребляемых в единицу времени (КОРМ), при трёх величинах плотности посадки (N). Влияет ли фактор на отклики?
-
- 64.** Измерен уровень щелочной фосфатазы (мкмоль/мл×час) у особей из четырёх подопытных групп, коды 1–4. Справедлива ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 65.** Измерены липопротеиды (Л), г/л, и скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/ч в крови стерляди, выращиваемых на трёх типах кормов, коды I–III. Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 66.** Получена оценка биомассы леща в тоннах в четырёх различных озёрах бассейна нижней Волги в пять последовательных лет, 2018–2022 гг. Имеются ли статистически значимые различия между озёрами по показателю биомассы? Оценить степень согласованности динамики биомассы по отдельным озёрам для разных годов. Построить диаграммы размаха.

- 67.** У сеголетков карпа, выращенного при трёх величинах плотности посадки (N/m^2), коды I–III, измерили приросты массы тела в граммах в единицу времени ($\Delta W/\Delta t$) и скорость плавания (BL/s) в длинах тела в секунду при различных температурах (T) и концентрации ионов аммония (NH_4^-). Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 68.** Абсолютный прирост ΔW в граммах малька стерляди измерен при пяти величинах начальной массы молоди; 5,2 – 4,9 – 5,0 – 5,4 – 4,9 г. Справедлива ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 69.** У годовиков карпа, выращенных в четырёх уровнях жёсткости воды, коды I–IV, измерили биохимический состав сыворотки крови: глюкозу (G), ммоль/л, общий белок (OB), г/л, и креатинин (K), мкмоль/л. Влияет ли фактор на отклики?
-
- 70.** У русского осётра измерена масса овулировавшей икры ($OИ$), кг, и масса ооцита ($МО$), мг, при трёх температурных режимах выращивания (T). Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 71.** Исследование влияния загрязнения акватории на физиологическое состояние черноморской ставриды. В трёх зонах с разным уровнем загрязнения отобрано по 4 станции отлова, на каждой станции выловлено по 3 косяка рыб, в каждом косяке измерено по 10 рыб. Измерены индекс печени, ИП, %, и индекс упитанности, ИУ, %. Оценить вклад факторов в изменчивость физиологических показателей рыб.

- 72.** Получена оценка общего белка (г/л) в сыворотке крови сеголетков пород карпа югославский (Ю), фресинет (Ф), немецкий (Н) и сарбоянский (С). Верна ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 73.** Измерено содержание липидов в % в мышечной ткани канального сома (КС), белого толстолобика (БТ), пёстрого толстолобика (ПТ) и белого амура (БА) при двух уровнях кислотности, I и II. Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками есть различия при наличии таковых.
-
- 74.** В четырёх озёрах Карелии по сетным уловам, полученным в мае, июне, июле и августе 2018 г, оценена плотность речного окуня, экз./м². Различаются ли выборки по данному показателю? Оценить коэффициент согласованности. Построить диаграммы размаха.
-
- 75.** Измерили концентрацию меди, мг/кг, в мышечной ткани леща из трёх точек Новосибирского водохранилища. Имеются ли значимые различия по данному показателю в трёх популяциях? Если имеются, то в каких. Построить диаграммы размаха.
-
- 76.** У самцов (М) и самок (Ф) линия измерили массу кишечника (К), г, и массу селезенки (С), г, при различной температуре и рационах с пищевой добавкой (Д) и без (БД). Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.

- 77.** Оценили коэффициент упитанности рыб (К), %, впервые нерестующих самок карпа при трёх типах выращивания, А–С, и при различных кислотности (рН) и температуре (Т). Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 78.** У молоди карпа, выращенного при четырёх температурных режимах, коды 1–4, измерили в граммах массу кишечника (К) и массу селезенки (С). Влияет ли фактор на отклики?
-
- 79.** Измерили концентрацию меди, мг/кг, в мышечной ткани щуки из Каратомарского (К), Астанинского (А) и Самаркандского (С) водохранилищ. Имеются ли значимые различия по данному показателю в трёх популяциях? Если имеются, то в каких. Построить диаграммы размаха.
-
- 80.** Исследование паразитофауны у трёх видов рыб в двух водосборных бассейнах. Для каждого вида взяты три возрастные группы, у которых исследованы три органа (жабры, печень, кишечник). Для каждой комбинации факторов измерены следующие параметры: интенсивность инвазии, количество видов паразитов (N) и степень патологического воздействия (СПВ, балл). Проанализируйте влияние факторов на вариацию изучаемых показателей.
-
- 81.** Абсолютный прирост ΔW в граммах молоди стерляди измерен при пяти величинах начальной массы молоди, 36,5 – 32,3 – 35,5 – 36,2 – 37,3 г, при использовании кормов А и В. Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками имеются различия при наличии таковых.

- 82.** У радужной форели, выращенной при трёх плотностях посадки, коды 1–3, и при различной температуре (Т) и жёсткости воды (Ж), измерили коэффициент упитанности (КУ), %, и индекс головы (ИГ), %. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 83.** Оценили количество кормовых единиц, потребляемых молодью голавля в единицу времени, при последовательном изменении плотности посадки, коды 1–4. Верна ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых.
-
- 84.** В аквакультуре линя при использовании основного рациона, О, и рациона с кормовыми добавками А и В и при разных температурах выращивания, I и II, получены показатели средней массы особи в конце опыта (W) при одной и той же навеске молоди в начале опыта. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 85.** Измерен уровень гемоглобина, г/л, в крови карпа при применении антигельминтного препарата А на 5, 12 и 23 сутки. Верна ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю.
-
- 86.** Подсчитано количество паразитов на внешних покровах трёхлеток леща из трёх озёр: Нечерица, Белое и Себежское. Существуют ли значимые различия по данному показателю в трёх локальных популяциях? Если да, то в каких. Построить диаграммы размаха.

- 87.** У тилляпии, выращенной на четырёх типах корма, коды А–D, оценили содержание в мясе следующих аминокислот, мг/1 г: изолейцина (И), лизина (Л) и треонина (Т). Влияет ли фактор на отклики?
-
- 88.** Проанализируйте воздействие факторов (ручей и течение) на биохимические и ростовые характеристики молоди рыб в речной системе, содержание липидов в организме (%), интенсивность питания ИП (доля веса пищи от веса рыбы), скорость роста (мм/сутки).
-
- 89.** У 250-ти самок из каждого из трёх нерестовых стад салаки измерен средний диаметр икринок. Существуют ли статистически значимые различия по данному параметру в исследуемых выборках? Если да, то между какими популяциями.
-
- 90.** У годовиков карпа, выращенных на кормах А, В и С, а также при различных температуре (Т) и жёсткости воды (Ж), измерили биохимический состав сыворотки крови: глюкозу (Г), ммоль/л, общий белок (ОБ), г/л, и холестерин (Х), мкмоль/л. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 91.** Абсолютный прирост ΔW в граммах малька стерляди измерен при четырёх величинах начальной массы молоди, 5,2 – 4,9 – 5,0 – 5,4 г, и при двух плотностях посадки, I и II. Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками имеются различия при наличии таковых.

- 92.** У двухлеток карпа породы беловский, выращиваемых на трёх видах кормовых добавок, коды А–С, измерены приросты массы тела в единицу времени. Существуют ли значимые различия в эффективности добавок? Если да, то между какими добавками. Построить диаграммы размаха.
-
- 93.** Оценили скорость плавания молоди линя при четырёх различных температурах воды, 16, 18, 20 и 22 °С. Влияет ли температура на активность молоди? Если да, то при каких температурах имеются значимые различия по данному показателю. Построить диаграммы размаха.
-
- 94.** Оценена индивидуальная плодовитость трёхиглой колюшки из эстуариев четырёх рек бассейна Белого моря, пролив Великая Салма. Существуют ли статистически значимые различия по плодовитости в четырёх локальных популяциях? Если имеются, то между какими популяциями. Построить диаграммы размаха.
-
- 95.** У форели, выращиваемой в установке замкнутого водоснабжения, измерен прирост массы тела в единицу времени в граммах ($\Delta W/\Delta t$) при двух температурах культивации (Т) и трёх уровнях жёсткости воды (Ж). Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.
-
- 96.** У 12-ти особей краснопёрки возраста 2+ в лабораторных условиях измеряли скорость плавания в единицах тела в секунду в зависимости от уровня вибрации воды; коды уровней вибрации 1–5. Оценить статистическую значимость различий в скорости плавания рыб в зависимости от степени вибрации. Вычислить коэффициент согласованности скорости плавания для разных уровней воздействия. Построить диаграммы размаха.

- 97.** Скорость движения краснопёрки возраста 2+ измеряли в длинах тела в секунду при последовательном изменении уровня шума, коды 1–3. Верна ли нулевая гипотеза? Между какими выборками имеются различия при наличии таковых.
-
- 98.** Исследовали приросты массы тела ($\Delta W/\Delta t$) плотвы возраста 2+ в граммах за единицу времени при двух уровнях температуры (Т) и кислотности среды (рН). Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 99.** У линя, выращенного при одной и той же начальной навеске молоди на трёх типах корма, А–С, и при различной кислотности среды (рН) и жёсткости воды (Жт) измерили массу тела (W), г, и массу жабр (Жб), г. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 100.** У густеры возраста 1+ при двух величинах температуры измерили скорость движения в длинах тела в секунду (BL/s), количество корма (N), потребляемого в единицу времени, и уровень лимфоцитов (Л). Оказывают ли факторы значимое влияние на отклики?
-
- 101.** Проанализируйте влияние факторов – озеро и глубина, м – на длину окуня возраста 3+, выбрав адекватный статистический тест.

- 102.** У карася возраста 2+ из трёх различных озёр, коды 1–3, в лабораторных условиях измерили скорость плавания (BL/s), длины тела в секунду, и количество кормовых объектов (N), потребляемых в единицу времени, при различной температуре и кислотности среды. Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 103.** Измерены показатели средней массы тела русского осётра (W), г, при одной начальной навеске молоди, выращенного при различной жёсткости воды (Ж) и рационов А и В с использованием пробиотиков (П) и без (БП). Верна ли нулевая гипотеза? Выявить значимые предикторы, если таковые имеются, и построить график маргинальных средних.
-
- 104.** Оценили уровень гемоглобина (Г), г/л, в крови пёстрого толстолобика после применения антигельминтного препарата А на 3, 10 и 22 сутки при выращивании на кормах с пищевой добавкой (Д) и без (БД). Оценить основные эффекты и указать, между какими выборками есть различия при наличии таковых.
-
- 105.** У тилляпии, выращенной на кормах с тремя типами добавок, коды 1–3, и при двух температурах (Т) измерили в % индекс длины тушки (ИДТ), индекс длины головы (ИДГ) и индекс длины кишечника (ИДК). Оценить основные эффекты и эффекты взаимодействия. Построить графики взаимодействия.

- 106.** Измерили концентрацию свинца, мг/кг, в мышечной ткани сазана из четырёх точек оз. Балхаш. Имеются ли значимые различия по данному параметру в четырёх популяциях? Если имеются, то в каких. Построить диаграммы размаха.
-
- 107.** Абсолютный прирост ΔW в граммах молоди стерляди измерен при пяти величинах начальной массы молоди, 36,5 – 32,3 – 35,5 – 36,2 – 37,3 г. Верна ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 108.** Оценили уровень гемоглобина, г/л, в крови пёстрого толстолобика после применения антигельминтного препарата А на 5, 14 и 24 сутки. Верна ли нулевая гипотеза? Если нет, то между какими выборками имеются значимые различия по данному показателю?
-
- 109.** Посчитано количество идентичных кормовых объектов, потребляемых двухлетками сазана в единицу времени при различной кислотности среды, 5.4, 5.9 и 6.3 рН. Влияет ли кислотность на кормовую активность? Если да, какие величины рН определяют различия. Построить диаграммы размаха.
-
- 110.** Оценили количество кормовых объектов, потребляемых молодью ушастого окуня в единицу времени, при последовательной смене уровней освещённости, коды I–III. Справедлива ли нулевая гипотеза? Между какими выборками есть различия при наличии таковых.

РАЗДЕЛ 4. ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ

Тест Кокрана (Cochran's Q test), критерий хи-квадрат (chi-square test), точный тест Фишера (Fisher's exact test)

1. У плотвы в одном из озёр Ярославской области из выборок, полученных в период 2017–2022 гг., измерили содержание никеля в селезёнке: 0 – концентрация ниже ПДК, 1 – выше. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле рыб за ряд лет с концентрацией никеля ниже ПДК? Сравнить попарно выборки из трёх любых дат. Построить круговые диаграммы частот.

2. Оценили инвазию судака оз. Балхаш паразитом *Trichodina nigra* в 2021 и 2022 гг.: 0 – особь не заражена, 1 – заражена. Проверить справедливость нулевой гипотезы о равной степени инвазивности судака данным паразитом в два указанных периода.

3. Лещ из двух рек бассейна р. Иртыш проверен на наличие паразита *Caryophyllaeus laticeps*; 0 – паразит не обнаружен, 1 – обнаружен. Протестировать нулевую гипотезу о равной доле рыб из двух выборок, инвазированных данным паразитом. Построить круговую диаграмму частот.

4. Проанализирован половой состав популяций сига в шести озёрах Карелии; М – самцы, F – самки. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле самцов и самок во всех озёрах? Сравнить попарно выборки трёх любых озёр. Построить круговые диаграммы частот.
-
5. Оценили степень инвазии широким лентцом самок и самцов густеры оз. Долгое; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Проверить нулевую гипотезу о равной степени заражения самцов и самок.
-
6. Окуня из двух участков Куйбышевского водохранилища I и II проверили на содержание цинка в печени; полученную концентрацию сравнили с ПДК; 0 – ниже ПДК, 1 – выше. Проверить нулевую гипотезу о равной степени интоксикации тяжёлым металлом особей из двух выборок. Построить круговую диаграмму частот.
-
7. У щуки, начиная с возраста 2+ и старше, из двух озёр Валдайской возвышенности, I и II, в пищевом комке встречается ёрш; 0 – ёрш не обнаружен, 1 – обнаружен. Можно ли считать, что доля ерша в рационе щуки из двух популяций одинакова? Построить круговую диаграмму частот.
-
8. Часть уловов, полученных одним и тем же промысловым усилием в шести озёрах Псковской обл., содержит язя. Проверить нулевую гипотезу о равной доле данного вида во всех выборках. Провести попарное сравнение любых двух выборок из любых трёх озёр. Построить круговую диаграмму частот.

9. Щуку из четырёх точек р. Вятка проверили на наличие паразита *Raphidascaris acus*; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле заражённых рыб? Провести попарные сравнения выборок из любых четырёх озёр. Построить круговую диаграмму частот.
-
10. Оценили половой состав популяций жереха из рек Волга и Ахтуба в нижнем течении; 0 – самки, 1 – самцы. Проверить нулевую гипотезу об идентичном половом составе двух выборок. Построить круговую диаграмму частот.
-
11. Провели эксперимент по изучению скорости обнаружения корма слепыми астианаксами за фиксированное время при последовательном изменении освещённости, коды освещённости I–V; 0 – корм не обнаружен, 1 – обнаружен. Оказывает ли значимое влияние уровень освещённости на скорость обнаружения корма?
-
12. Оценили половой состав популяции жереха из оз. Чёрное за ряд лет; М – самцы, F – самки. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле самцов и самок в популяции за исследуемый период? Сравнить попарно выборки любых трёх дат. Построить круговую диаграмму частот.
-
13. Мраморную (МР) и жемчужную (ЖМ) гурами тестируют на вкусовое предпочтение к D-сорбиту; 0 – гранула отвергнута, 1 – гранула потреблена. Проверить справедливость нулевой гипотезы об одинаковом вкусовом предпочтении двух видов гурами к данному веществу.

14. Оценили инвазию судака оз. Балхаш паразитом *Trichodina nigra* в 2015 и 2018 гг.; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Проверить нулевую гипотезу о равной доле заражённых рыб данным паразитом в два указанных периода. Построить круговую диаграмму частот.
-
15. Провели эксперимент по изучению скорости обнаружения корма голавлем возраста 2+ за фиксированное время при двух разных температурах воды, коды I и II; 0 – корм не обнаружен, 1 – обнаружен. Можно ли считать, что температура не влияет на скорость обнаружения корма?
-
16. Лещ из двух рек бассейна р. Иртыш проверен на наличие паразита *Sphaerostoma bramae*; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле рыб в двух выборках, заражённых данным паразитом?
-
17. Паразит А может быть обнаружен в мышечной ткани (МТ), желудочно-кишечном тракте (ЖК) и печени (П) язя возраста 3+ и старше; 0 – не обнаружен, 1 – обнаружен. Оценить, в одинаковой ли мере паразит А заражает разные ткани язя оз. Красное. Построить круговую диаграмму частот.
-
18. Выборки судака, полученные в период 2007–2012 гг. из канала им. Москвы, проверили на инвазию паразитом *Tylodelphys clavata*; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле инвазированных рыб? Провести попарные сравнения выборок любых четырёх дат. Построить круговую диаграмму частот.

- 19.** Оценили степень заражения широким лентецом самок и самцов леща оз. Карьерное; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Проверить нулевую гипотезу о равной степени заражения самцов и самок. Построить круговую диаграмму частот.
-
- 20.** Щуку возраста 2+ и старше из двух притоков р. Кама проверили на заражение паразитом *Acanthocephalus anguillae*. Инвазирована ли щука из двух рек паразитом данного вида в равной степени?
-
- 21.** У окуня из пяти озёр Свердловской области оценили концентрацию кадмия в печени; 0 – концентрация ниже ПДК, 1 – выше. Верна ли нулевая гипотеза? Сравнить попарно выборки из трёх любых озёр. Построить круговые диаграммы частот.
-
- 22.** В ряде ихтиопланктонных проб, взятых на одних и тех же 29-ти станциях в Карском море в рейсах 2015 и 2017 гг., обнаружена ранняя молодь *Lumpenus fabricii*; 0 – вид в пробе не обнаружен, 1 – обнаружен. Справедлива ли нулевая гипотеза об одной и той же доле проб, включающих данный вид, за два года?
-
- 23.** Двух особей золотого (ЗЛ) и серебряного (СБ) карася возраста 1+ тестируют на вкусовое предпочтение к аминокислоте В; 0 – гранула отвергнута, 1 – гранула потреблена. Можно ли судить об одинаковом предпочтении данными видами тестируемого вещества?

- 24.** Исследование внешних покровов леща оз. Белое выявило на каждой рыбе наличие суммарно четырёх видов эктопаразитов, коды паразитов G, F, K, R. Проверить нулевую гипотезу о равной степени заражения рыб данными видами паразитов.
-
- 25.** В брюшной полости керчака из сублиторали Белого моря в районе ББС МГУ обнаружено в совокупности 5 видов нематод, коды I–V; 0 – вид не обнаружен, 1 – обнаружен. Можно ли считать, что керчак в одинаковой мере заражён паразитами всех видов?
-
- 26.** Выборку щуки возраста 5+ – 7+ из оз. Лесное проверили на состав рациона, где в пищевом комке суммарно обнаружили следующие виды: окунь, плотва, укляя, густера, краснопёрка; 0 – вид в желудке обнаружен, 1 – не обнаружен. Проверить справедливость нулевой гипотезы об одинаковой доле данных пяти видов рыб в рационе щуки.
-
- 27.** Особей леща из пяти притоков р. Иртыш проверили на наличие паразита *Opisthorchis felineus*; 0 – рыба инвазирована, 1 – нет. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле инвазированных рыб в пяти реках? Провести три попарных сравнения выборок любых рек и построить круговые диаграммы частот.
-
- 28.** Часть ихтиопланктонных проб, взятых с 2017 по 2021 гг. из разных точек Карского моря, содержит раннюю молодь *Anisarchus medius*; 0 – вид в пробах отсутствует, 1 – присутствует. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле данного вида в пробах за ряд лет? Сравнить попарно выборки трёх любых дат. Построить круговые диаграммы частот.

- 29.** В части ихтиопланктонных проб, взятых на одних и тех же 43-х станциях в Карском море в рейсах 2018 и 2021 гг., обнаружена ранняя молодь *Liparis tunicatus*. Проверить нулевую гипотезу о равной доле проб, содержащих молодь данного вида. Построить круговую диаграмму частот.
-
- 30.** Анализ паразитофауны карася возраста 3+ – 4+ из оз. Дальнее показал наличие суммарно пяти видов эндопаразитов, коды А – Е; 0 – паразит не обнаружен, 1 – обнаружен. Справедлива ли нулевая гипотеза? Построить круговую диаграмму частот.
-
- 31.** Окуня из двух рек Костромской области проверили на содержание кадмия в нервной ткани; полученную концентрацию сравнили с ПДК (предельной допустимой концентрацией); 0 – ниже ПДК, 1 – выше. Проверить справедливость нулевой гипотезы о равной степени интоксикации кадмием особей из двух выборок.
-
- 32.** Измерили концентрацию свинца в мышцах (М), печени (П), нервной ткани (НТ) и селезенке (С) у плотвы из р. Москва в районе Курьяновской станции аэрации, сравнив её с ПДК (предельной допустимой концентрацией); 0 – ниже ПДК, 1 – выше. Проверить справедливость нулевой гипотезы и построить круговые диаграммы.
-
- 33.** Плотву из пяти точек р. Хопёр проверили на инвазию паразитом *Rhipidocotyle fennica*; 0 – особь не инвазирована, 1 – инвазирована. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле заражённых рыб? Провести попарные сравнения выборок из любых четырёх озёр. Построить круговую диаграмму частот.

- 34.** Часть ихтиопланктонных проб, взятых с 2017 по 2021 гг. из разных точек Баренцева моря, содержит раннюю молодь *Gymnocanthus tricuspis*; 0 – вид в пробах отсутствует, 1 – присутствует. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле данного вида в пробах за ряд лет? Сравнить попарно выборки трёх любых дат. Построить круговые диаграммы частот.
-
- 35.** Судака оз. Балхаш проверили на инвазию паразита *Tylodelphys clavata*; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле заражённых рыб? Провести попарные сравнения выборок из любых четырёх озёр. Построить круговую диаграмму частот.
-
- 36.** Мониторинг 54-х озёр Карелии с разной площадью поверхности показал наличие в ряде озёр сига; 0 – сиг отсутствует, 1 – обнаружен. Все озёра поделены на две группы: с площадью а) менее и б) более 1 км². Проверить нулевую гипотезу о равной доле озёр в двух группах, где встречается сиг. Построить круговую диаграмму частот.
-
- 37.** Изучали вкусовые предпочтения нильской тилапии возраста 2+ по отношению к шести типам аминокислот, коды аминокислот А–F. Аминокислоты каждого типа в агар-агаровых гранулах последовательно предлагались по одной грануле на каждую особь; 0 – гранула отвергнута, 1 – гранула потреблена. Справедлива ли нулевая гипотеза об одинаковом вкусовом предпочтении тилапии предлагаемых ей веществ?

- 38.** Провели эксперимент по изучению скорости обнаружения корма молодью серебряного караса за фиксированное время при уровнях кислотности воды 1 и 2; 0 – корм не обнаружен, 1 – обнаружен. Можно ли считать, что уровень кислотности среды не влияет на скорость обнаружения корма? Построить круговую диаграмму частот.
-
- 39.** У караса в одном из озёр Липецкой области из уловов, полученных в период 2010–2014 гг., измеряли содержание свинца в мышечной ткани; 0 – концентрация ниже ПДК, 1 – выше. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле рыб за ряд лет с концентрацией тяжёлого металла ниже/выше ПДК? Сравнить попарно выборки из трёх любых озёр. Построить круговые диаграммы частот.
-
- 40.** Оценили половой состав популяций сазана из рек Волга и Ахтуба в нижнем течении; 0 – самки, 1 – самцы. Проверить справедливость нулевой гипотезы об идентичном половом составе двух выборок.
-
- 41.** Индивидуальная плодовитость части особей колюшки из эстуариев пяти водотоков, #1 – #5, впадающих в Великую Салму, бассейн Белого моря, превышает некоторый пороговый уровень плодовитости N ; 0 – ниже порога, 1 – выше. Верна ли нулевая гипотеза об одинаковой плодовитости вида из пяти локальных популяций? Сравнить попарно выборки трёх любых точек. Построить круговые диаграммы частот.

- 42.** В пищевом комке колюшки из устья р. Нильма в совокупности обнаружили семь видов беспозвоночных, коды 1–7; 0 – вид позвоночных в комке не обнаружен, 1 – обнаружен. Проверить нулевую гипотезу об одинаковой доле указанных видов беспозвоночных в рационе колюшки.
-
- 43.** Восемь станций на р. Амударья облавливалось одним и тем же порядком жаберных сетей с одним и тем же промысловым усилием. В уловы суммарно вошли следующие виды: жерех, лясач, сом, белый амур и толстолобик; 0 – вида в улове нет, 1 – вид есть. Протестировать нулевую гипотезу о равной степени встречаемости данных видов рыб во всех восьми точках.
-
- 44.** Жерех – относительно редкий вид в оз. Нечерица. За ряд лет сетями стандартного набора ячеи получены уловы, в которых попадает жерех; 0 – вид в улове отсутствует, 1 – присутствует. Верна ли нулевая гипотеза о равной доле встречаемости жереха в уловах за разные года? Сравнить попарно выборки трёх любых дат. Построить круговые диаграммы частот.
-
- 45.** Щуку возраста 3+ и старше из трёх притоков р. Вятка, 1–3, проверили на заражение паразитом *Camallanus lacustris*; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Заражена ли щука из трёх рек паразитом данного вида в одинаковой мере? Построить круговую диаграмму частот.

РАЗДЕЛ 5. КОРРЕЛЯЦИЯ И РЕГРЕССИЯ. РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ

Корреляция Спирмена (Spearman's rank correlation coefficient); корреляция Пирсона (Pearson's correlation coefficient); линейная регрессия (linear regression), логистическая регрессия (logistic regression), лог-линейный анализ (log-linear regression), множественная регрессия (multiple regression).

1. Произведён анализ количества видов рыб, превышающих в ихтиоценозе пороговую величину N , в зависимости от площади зеркала озера, км²; 0 – порог по видовому разнообразию не достигнут, 1 – порог достигнут. Рассчитать, при какой площади озера вероятность превысить порог N составляет 80 %.
-
2. Проанализировать связь между возможностью заражения клариевого сома (да/нет), патогеном трёх видов, коды I–III, при введении одного из двух гормонов, А или В, в зависимости от стадии зрелости, 2–4. Выявить значимые предикторы, построить модель и обосновать статистический результат.
-
3. Построить корреляционную матрицу для интенсивности инвазии (ИИ) четырёх видов паразитов плотвы Икшинского водохранилища: *Dactylogyrus rutilus* (Dr), *Diplostomum spathaceum* (Ds), *Paracoenogonimus ovatus* (Po) и *Apophallus muehlingi* (Am). Выявить пары, имеющие наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.

4. Вкусовые предпочтения двух видов рыб, плотвы и густеры, разного пола, М и F, и разного возраста, 1+ и 2+, тестировали по отношению к аминокислоте А в гранулах агар-агара; 0 – гранула отвергнута, 1 – потреблена. Выявить значимые предикторы, построить модель и обосновать статистический результат.
-
5. Построить матрицу корреляций для концентраций, Pb, Cd, Cu, Zn и Ni, мг/кг, в мышечной ткани леща. Выявить пары, имеющие наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
6. Построить матрицу корреляций для следующих показателей крови двухгодовиков чешуйчатого карпа: глюкоза (Г), ммоль/л, мочева кислота (М), мкмоль/л, общий белок (Об), г/л, триглицеролы (Тр), мг/дл, холестерол (Х), мг/дл. Назвать пары, имеющие наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
7. Проанализировать связь между смертностью молоди карпа от патогена М, 0 – погиб, 1 – выжил, кислотностью среды, коды I–III, видом антибиотика, А и В, и температуры воды, 1 и 2. Построить модель, выявить значимые предикторы и обосновать статистический результат.
-
8. Оценили следующие биохимический состав печени у леща из 39-ти озёр Астраханской области: аланинаминотрансфераза, ммоль/л×ч (АЛТ), аспартатаминотрансфераза, ммоль/л×ч (АСТ), коэф. Де Ритиса (кДР), липиды, мг/г (Лп), белок, мг/г (Б), гликоген, мг/г (Г), лизоцин, ус. ед./мл (Лз). Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.

9. Построить матрицу корреляций для следующих популяционных параметров щуки: L_{∞} – предельной теоретической длины в уравнении линейного роста Берталанфи, k – коэффициента роста в том же уравнении, Max_obs – максимальной наблюждённой длины щуки в выборке, $\%_{\text{max}}$ – процента отклонения Max_obs от L_{∞} , S – площади водоёма, Depth – глубины водоёма и Temp – температуры среды. Назвать пары, имеющие наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
10. Построить матрицу корреляций для интенсивности инвазии (ИИ) пяти видов паразитов судака оз. Балхаш, западный район: *Ichthyophthirius multifiliis* (Ic), *Trichodina nigra* (Tr), *Ancyrocephalus paradoxus* (An), *Diplostomum spathaceum* (Dip) и *Tylodelphys clavata* (Tyl). Назвать пары, имеющие наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
11. Оценили концентрацию тяжёлых металлов у окуня из 35-ти озёр Челябинской области. Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.
-
12. Проанализировать связь между смертностью карпа от патогена С, 0 – гибель, 1 – выживание, температурой среды, коды I–III, видом антибиотика, коды АВ, и возрастом рыбы, 1+ – 3+. Построить модель, выявить значимые предикторы и обосновать статистический вывод.

- 13.** Построить матрицу корреляций для концентраций Cu, Ni, Zn, Hg и Al в мышечной ткани ерша из р. Иртыш. Назвать пары, имеющие наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 14.** Получили оценку количественно-видового состава ихтиопланктона, экз./100 м³, в 70-ти точках Карского моря. Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.
-
- 15.** Построить регрессионную модель, связывающую среднее количество паразитов A на одну особь окуня в 58-ми озёрах Владимирской области с величинами абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), хлорофилл (мг/л), кислотность (рН), температура (°С), фосфор (мг/л), фосфат (мг/л), нитрат (мг/л), количество видов рыб (экз.), максимальная глубина (м), взвесь (мг/л). Выявить значимые предикторы и построить диаграмму рассеяния для распределений каждого из параметров.
-
- 16.** Построить регрессионную модель, связывающую биомассу лососевых рыб (г/м²) в 65-ти озёрах Финляндии с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), площадь озера, (км²), кислотность (рН), электропроводность (мСм/см), нитриты (мг/л), хлорофилл (мг/л), фосфор (мг/л), температура (°С). Выявить значимые предикторы и построить диаграмму рассеяния для распределений каждого из параметров.

- 17.** Измерили концентрацию Fe в тканях окуня в различных озёрах. Вероятность обнаружить концентрацию Fe выше ПДК связана с долей урбанизации береговой линии от общей её протяжённости; 0 – ниже ПДК, 1 – выше. Оценить, при какой доле урбанизации вероятность превышения ПДК составляет 40 %.
-
- 18.** Проанализировать связь между возможностью достижения годовиками линия пороговой массы тела W, 0 – не достигнута, 1 – достигнута, видом корма, А или В, температурой воды, I или II, и плотностью посадки, 1 или 2. Построить модель, выявить значимые предикторы и обосновать статистический вывод.
-
- 19.** В различных тканях окуня – кости, жабры, кожа, мышцы и печень – из водоёма Красноярского края измерили концентрацию цинка. Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.
-
- 20.** Построить матрицу корреляций для концентраций свинца в различных тканях окуня из р. Чулым: кости, жабры, кожа, мышцы и печень. Какие пары имеют наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию?
-
- 21.** Построить матрицу корреляций для концентраций Fe, Mn, Cu, Cr и Zn, мг/кг, в мышечной ткани судака. Указать пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.

- 22.** Оценивается вероятность инвазии карпа разного размера (ДЛИНА) паразитом В; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Построить модель и оценить, при какой длине рыбы вероятность заражения составляет 60 %.
-
- 23.** Построить корреляционную матрицу для следующих гематологических показателей крови линя: эритроциты (Эр), $x \times 10^{12}/л$, гемоглобин (Г), $x \times 10^9/л$, тромбоциты (Т), $x \times 10^9/л$, лейкоциты (Л), $x \times 10^9/л$, и эозинофилы (Эз), $x \times 10^9/л$. Выявить пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 24.** Построить матрицу корреляций для интенсивности инвазии (ИИ) пяти видов паразитов судака оз. Балхаш, восточный район: *Trichodina nigra* (Tr), *Dermacystidium percae* (Dp), *Ancyrocephalus paradoxus* (An), *Diplostomum spathaceum* (Dip) и *Tylodelphys clavata* (Tyl). Выявить пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 25.** Проанализировать связь между возможностью поимки в сеть вида рыбы А, площадью озера, соответствующего одному из трёх размерных диапазонов, 1–3, диапазоном глубин, I–II, и размером ячеи, 20, 25 и 30 мм. Построить модель, выявить значимые предикторы и обосновать статистический вывод.
-
- 26.** Исследуется вероятность заражения карпа патогеном А в зависимости от возраста рыбы, год; 0 – не заражён, 1 – заражён. Построить модель и оценить, при какой длине щуки вероятность обнаружения составляет 70 %.

- 27.** Оценить корреляцию «масса—длина» для трески из уловов сетей шага ячеи 20 и 22 мм для каждого дня лова.
-
- 28.** Построить матрицу корреляций для интенсивности инвазии пяти видов паразитов леща одного из озёр Окского заповедника: *Diplostomum spathaceum* (Dm), *Ichthyocotylurus* sp (Ic), *Myxobolus* sp. (M), *Opisthorchis felineus* (Op), *Paracoenogonimus ovatus* (Po). Выявить пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 29.** Поставлен эксперимент по обнаружению карасём возраста 1+ одной кормовой единицы в аквариуме фиксированного размера за разное время поиска, мин.; 0 – не обнаружена, 1 – обнаружена. Оценить, при каком времени поиска вероятность обнаружить корм составляет 60 %.
-
- 30.** Определяли наличие сига в озёрах Карелии различной площади зеркала, км²; 0 – не обнаружен, 1 – обнаружен. Построить модель и оценить, при какой площади озера вероятность обнаружения сига составляет 50 %.
-
- 31.** Построить корреляционную матрицу для различных видов лейкоцитов, %, в крови ленского осётра: лимфоциты (Л), моноциты (М), нейтрофилы (Н) и эозинофилы (Э). Назвать пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.

- 32.** Для 37-ми озёр средней полосы получены оценки плотности, экз./м², для плотвы, окуня, судака и язя, а также количество видов рыб в каждом озере. Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.
-
- 33.** Построить регрессионную модель, связывающую плотность ряпушки (экз./10 м²) в 46-ти озёрах Карелии с величинами следующих абиотических параметров среды: кислород (мг/л), площадь озера (км²), прозрачность (см), нитриты (мг/л), сульфаты (мг/л). Выявить значимые предикторы и построить диаграмму рассеяния для распределений каждого из параметров.
-
- 34.** Построить матрицу корреляций для концентраций Fe, Mn, Cu, Cr и Zn, мг/кг, в мышечной ткани леща р. Волга в нижнем её течении. Назвать пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 35.** Вероятность инвазии паразита F зависит от возраста хозяина – гольца *Salvelinus malma*; 0 – особь инвазирована, 1 – нет. Оценить, при каком возрасте рыбы вероятность обнаружить паразита F составляет 45 %.
-
- 36.** Оценить коэффициенты корреляции «масса–длина» для модели гольца безымянного ручья оз. Кроноцкое для каждого часа лова.

- 37.** Построить матрицу корреляций для следующих показателей крови чувашского чешуйчатого карпа возраста 4+: глюкоза (Г), ммоль/л, мочева́я кислота (М), мкмоль/л, общий белок (Об), г/л, триглицеролы (Тр), мг/дл, холестерол (Х), мг/дл. Назвать пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 38.** Построить матрицу корреляций для интенсивности инвазии (ИИ) четырёх видов паразитов окуня Икшинского водохранилища: *Ichthyocotylurus variegatus* (Ic), *Bunodera luciopercae* (B), *Apophallus muehlingi* (Ap), *Acanthocephalus lucii* (Ac). Назвать пары, имеющие наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 39.** Проанализировать связь между заражением язя и леща паразитом С (0 – заражения нет, 1 – заражение есть), трофическим статусом водоёма, I–III, и полом, М и Ф. Построить модель, выявить значимые предикторы и обосновать статистический вывод.
-
- 40.** Построить матрицу корреляций для следующих биохимических показателей крови форели: амилаза (А), ммоль/л, мочеви́на (М), мкмоль/л, креатинин (К), мкмоль/л, глюкоза (Г), ммоль/л, билирубин (Б), мкмоль/л, общий белок (Об), г/л. Указать пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 41.** Протестировать связь между возможностью попадания в улов вида А при наличии в улове вида В (0 – вида нет, 1 – есть), вида С (0 – вида нет, 1 – есть) и площади озера, соответствующего одному из трёх размерных диапазонов, 1–3. Построить модель, найти значимые предикторы и обосновать статистический вывод.

- 42.** Построить регрессионную модель, связывающую плотность леща (экз./м²) в 61-м озере Челябинской области с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), хлорофилл (мг/л), фосфор (мг/л), нитрит (мг/л), температура (°C), прозрачность (см), электропроводность (мСм/см), аммиак (мг/л), кислотность (pH). Выявить значимые предикторы и построить диаграмму рассеяния для распределений каждого из параметров.
-
- 43.** Построить матрицу корреляций для концентраций Fe, Mn, Cu, Cr и Zn, мг/кг, в мышечной ткани окуня. Назвать пары параметров, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 44.** Проанализировать связь между обнаружением корма сеголетками карася и леща, 0 – корм не обнаружен, 1 – обнаружен, объемом аквариума, 1–3, и временем поиска, разбитого на диапазоны I и II, большие и меньшие некоторого порогового значения. Построить модель, выявить значимые предикторы и обосновать статистический вывод.
-
- 45.** Поставлен опыт по обнаружению сеголетком леща одной кормовой единицы в аквариумах с разной площадью дна, дм², при фиксированном времени поиска; 0 – корм не обнаружен, 1 – обнаружен. Рассчитать, при какой площади дна аквариума вероятность обнаружения корма составляет 45 %.

- 46.** Построить регрессионную модель, связывающую биомассу бычка-подкаменщика (г/м^2) в 57-ми водотоках Европейской части России с величинами следующих абиотических параметров среды: кислород (мг/л), скорость течения (м/с), прозрачность (см), субстрат дна – песок (%), галька (%) и булыжник (%), электропроводность (мСм/см). Выявить значимые предикторы и построить диаграмму рассеяния для распределений каждого из параметров.
-
- 47.** У тилипии, выращенной в аквакультуре, измерили в % индекс длины тушки (ИДТ), индекс длины головы (ИДГ), индекс длины кишечника (ИДК) и коэффициент упитанности (КУ). Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.
-
- 48.** Построить регрессионную модель, связывающую количество видов рыб в 108-ми озёрах Саратовской области с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), кислотность (pH), температура ($^{\circ}\text{C}$), площадь озера (км^2), доля береговой линии, покрытой лесом (%), доля береговой линии под антропогенным воздействием (%), нитраты (мг/л), фосфаты (мг/л), взвесь (мг/л), прозрачность (см). Выявить значимые предикторы и построить диаграмму рассеяния для распределений каждого из параметров.
-
- 49.** Построить регрессионную модель, связывающую биомассу судака (г/м^2) в 42-х озёрах средней полосы с количеством рыб 8-ми видов в стандартизированных уловах жаберных сетей, а также видовым разнообразием ихтиофауны в каждом из озёр. Выявить значимые предикторы и построить диаграмму рассеяния для распределений каждого из параметров.

- 50.** Оценили следующие гематологические показатели линия из 57-ми озёр Европейской части России: эритроциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (ЭР) гемоглобин, г/л (Гм), тромбоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Т), лейкоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Л), эозинофилы, $x \times 10^9/\text{л}$ (Э), мочевины, ммоль/л (М), общий белок, г/л (ОБ), глюкоза, ммоль/л (Гл). Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.
-
- 51.** Для отдельных особей щуки выявили наличие в желудке плотвы не более 6 см длины; 0 – плотва не более 6 см в желудке не обнаружена, 1 – обнаружена. Построить модель и оценить, при какой длине щуки вероятность обнаружения плотвы не длиннее 6 см составляет 70 %.
-
- 52.** Построить матрицу корреляций для концентраций Си в различных тканях карася из р. Чулым. Указать пары тканей, имеющих наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию.
-
- 53.** Проанализировать связь между возможностью достижения карпом возраста 2+ пороговой массы тела W, 0 – не достигнута, 1 – достигнута, видом гормона, I–III, видом корма, А–С, и полом, М и F. Построить модель, выявить значимые предикторы и обосновать статистический вывод.
-
- 54.** Построить матрицу корреляций для следующих гематологических показателей крови русского осётра: лейкоциты (Лк), $x \times 10^9/\text{л}$, нейтрофилы (Н), %, эозинофилы (Э), %, базофилы (Б), %, лимфоциты (Лм), %, моноциты (М), %, общий белок (ОБ), г/л. Какие пары параметров имеют наибольшую положительную и наименьшую отрицательную корреляцию?

- 55.** Оценили количественный состав паразитофауны щуки одной из рек Кировской области: *Ergasilus sieboldi* (Es), *Anodonta cygnea* (Ac), *Azygia lucii* (Al), *Camallanus lacustris* (Cl), *Raphidascaris acus* (Ra), *Acanthocephalus anguillae* (Aa), *Acanthocephalus lucii* (Al), *Neoechinorhynchus rutili* (Nr). Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.
-
- 56.** Оценили интенсивность инвазии (ИИ), экз./рыба, судака паразитами разных видов: *Myxobolus sandrae* (Ms), *Henneguya psorospermica* (Hp), *Ichthyocotylurus platycephalus* (Ip), *Ichthyocotylurus variegatus* (Iv), *Apophallus muehlingi* (Am), *Bunodera luciopercae*. Найти уравнения линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.
-
- 57.** Построить регрессионную модель, связывающую плотность язя (экз./м²) в 73-х водотоках средней полосы с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), хлорофилл (мг/л), кислотность (pH), площадь озера (км²), доля береговой линии, покрытой лесом (%), доля береговой линии под антропогенным воздействием (%), скорость течения (м/с), электропроводность (мСм/см), фосфор (мг/л), нитраты (мг/л), аммиак (мг/л), фосфаты (мг/л), взвесь (мг/л), температура (°C). Выявить значимые предикторы и построить диаграмму рассеяния для распределений каждого из параметров.

- 58.** Эффективность лова жаберной сетью зависит от времени застоя орудия лова и равна нулю при полном насыщении сети рыбой. Оценить, при какой длительности лова (час) вероятность заполнения сети размера ячеи 20 мм рыбой составляет 75 %; 0 – предел насыщения сети не достигнут, 1 – предел достигнут.
-

- 59.** У линя, выращенного в аквакультуре, измерили следующие гематологические показатели: эритроциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (ЭР), гемоглобин, г/л (Г), тромбоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Т), лейкоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Л), эозинофилы, $x \times 10^9/\text{л}$ (Э), мочевины, ммоль/л (М), общий белок, г/л (ОБ). Найти уравнение линейной регрессии для значений параметров, выделенных одним цветом.

РАЗДЕЛ 6. МЕТОДЫ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА. ОРДИНАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ. ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Непараметрический многомерный анализ (one-way & two-way ANOSIM, ANOSIM without replication, one-way & two-way PERMANOVA, SIMPER); методы прямого градиентного анализа (CCA, RDA, LDA, CABFAC); методы непрямого градиентного анализа (PCA, MDS, PCoA, DCA, CA, PLS); многомерное шкалирование (multidimensional scaling); дискриминантный анализ (linear discriminant analysis); кластерный анализ (clustering); биоразнообразие (biodiversity)

1. Оценили плотностные параметры рыб 9 видов, экз./м³, в 43-х озёрах средней полосы. Провести кластеризацию отдельно по озёрам и видам рыб. Построить в PAST neighbour joining для вида рыбы № 9 и озера № 21. Разбить совокупность озёр на 6 групп, используя K-means.
-
2. Выполнены измерения морфометрических параметров леща из озера Глубокое. Используя подходящий тест, выявить основные закономерности изменчивости морфометрических признаков леща из данной популяции.

- 3.** Исследовали количественный состав беспозвоночных, экз. (коды А–Н), в пищевом комке молоди пяти видов. Оценить вклады различных видов беспозвоночных в изменчивость количественного состава рационов различных видов рыб и степень несходства между отдельными видами.
-
- 4.** Применить соответствующие ординационные методы А) к совокупности данных, представленных плотностными параметрами 9-ти видов рыб из пяти озёр озёрной системы Себежского парка, Псковская обл., и величинами следующих абиотических параметров: площадь озера (км^2), прозрачность (см), кислород (мг/л), фосфор (мг/л), азот (мг/л), минерализация (мг/л), нефтепродукты (мг/л); В) отдельно для абиотических параметров; и С) отдельно для популяционных параметров. Построить и проанализировать ординационные диаграммы.
-
- 5.** Оценили скорость плавания молоди плотвы в длинах тела в секунду (BL/s) при разных температурах на фоне различной кислотности среды. Имеются ли различия в скорости плавания при различных температурах на фоне разной кислотности? Если имеются, то между какими значениями. Построить диаграммы размаха.
-
- 6.** Получены оценки рациона щуки из четырёх озёр Саратовской области; каждая строчка «озеро N» включает в себя выборку из 4-х щук возраста 3+ и старше. Сравнить количественно-видовой состав рациона вида из разных озёр, используя соответствующий ординационный метод.

- 7.** Получены ихтиопланктонные пробы (экз./усилие) 8-ми видов рыб в одной точке оз. Нечерица в разное время суток. Применяв адекватный ординационный метод, сравнить количественно-видовой состав выборок в разное время.
-
- 8.** Величину биомассы сиговых рыб (г/км²) в 65-ти озёрах Финляндии, не превышающую или превышающую некоторое пороговое значение (В) («да» – превышает порог/«нет» – не превышает), связали с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), площадь озера (км²), кислотность (рН), электропроводность (мСм/см), нитриты (мг/л), хлорофилл (мг/л), фосфор (мг/л), температура (°С). Выявить значимые предикторы и построить функцию классификации.
-
- 9.** Стандартным промысловым усилием получены уловы, в которых выявлены рыбы с уродствами (доля от улова). Используя адекватный ординационный тест, сравнить количество рыб с уродствами между четырьмя точками и сделать допущение о латентных факторах, определяющих нарушения.
-
- 10.** Заражение леща паразитом А в 58-ми озёрах Волгоградской области связали с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), хлорофилл (мг/л), кислотность (рН), температура (°С), фосфор (мг/л), фосфат (мг/л), нитрат (мг/л), количество видов (N), максимальная глубина озера (м). Выявить значимые предикторы и построить функцию классификации.

- 11.** Оценили интенсивность инвазии (ИИ), экз./рыба, возрастных групп леща 3+ – 7+ паразитами различных видов: *Diplostomum spathaceum* (Ds), *Ichthyocotylurus erraticus* (Ie), *Paracoenogonimus ovatus* (Po), *Piscicola geometra* (Pg), *Argulus foliaceus* (Af), в трёх различных точках водохранилища А в мае, июне, июле и сентябре. Имеются ли различия в количественном составе паразитофауны у разных возрастных классов в разных точках водоёма в разное время? Оценить эффект взаимодействия.
-
- 12.** Для выращивания микижи в четырёх различных хозяйствах, 1–4, используются гормоны роста с кодами А–Е. Имеются ли различия в приростах массы тела в единицу времени ($\Delta W/\Delta t$) при использовании гормонов разного типа на фоне различных условий выращивания в разных хозяйствах? Если имеются, то каких. Построить диаграммы размаха.
-
- 13.** Оценить следующие параметры биоразнообразия для видов рыб из нескольких точек р. Кэш, Иллинойс, США: (1) индексы альфа-разнообразия, (2) оценку видового богатства (quadrat richness), (3) показатели бета-разнообразия, (4) taxonomic distinctness, (5) individual rarefaction для индексов S, Шеннона $\exp(H)$, Симпсона $1/D$ и Шеннона H, (6) shareholder quorum subsampling, (7) sample rarefaction, (8) SHE analysis и (9) diversity profiles.
-
- 14.** Оценили биохимические параметры печени у леща из 39-ти озёр Астраханской области: аланинаминотрансфераза, ммоль/л×ч (АЛТ), аспартатаминотрансфераза, ммоль/л×ч (АСТ), коэффициент Де Ритиса (кДР), липиды, мг/г (Лп), белок, мг/г (Б), гликоген, мг/г (Г), лизоцин, усл. ед./мл (Лз).

Провести кластеризацию отдельно по биохимическим показателям и по озёрам. Построить в PAST neighbour joining для липидов и озера № 11. Разбить совокупность величин показателей на 4 группы, используя K-means.

- 15.** Получена оценка концентрации марганца (мкг/г) в мышцах, печени, гонадах, селезёнке и коже карася. Рыба взята из озёр с различной степенью антропогенного загрязнения. Сравнить концентрацию металла у рыб из разных озёр, используя адекватный ординационный метод.
-

- 16.** У четырёх видов рыб – леща, сазана, карася и плотвы – из озера А оценили концентрацию тяжёлых металлов в тканях. Имеются ли различия по данным показателям у исследуемых видов? Если имеются, то у каких. Построить диаграммы размаха.
-

- 17.** У двухгодовиков четырёх пород карпа – парский (П), ангелинский (А), московский (М) и чувашский чешуйчатый (Ч) – измерили приросты массы тела в граммах в единицу времени ($\Delta W/\Delta t$) при выращивании на кормах четырёх типов, А–Д, и двух величинах температуры, 1–2. Различаются ли величины приростов у данных видов в зависимости от типа корма и температуры? Оценить эффект взаимодействия.
-

- 18.** Используя подходящий ординационный метод, сравнить концентрацию тяжёлых металлов в мышечной ткани леща из 5-ти озёр Тульской области с разной антропогенной нагрузкой.

19. Измерили плотностные характеристики, экз./м³, локальных популяций рыб в двух точках в непосредственной близости от газодобывающих платформ и в двух контрольных точках акватории Чёрного моря. Оценить вклады различных видов в изменчивость количественного состава выборок из разных точек и степень несходства в них видового состава.
-
20. У сазана возрастных групп 2+ – 6+ из водохранилища В оценили состав паразитофауны. Имеются ли различия по количественному составу паразитов у различных возрастных групп? Если имеются, то у каких. Представить диаграммы размаха.
-
21. Используя адекватный ординационный метод, сравнить количественно-видовой состав рыб из шести водохранилищ бассейна р. Волги и сделать предположение о характере влияния латентных переменных на состав ихтиоценозов.
-
22. Изучили количественный состав паразитофауны щуки из пяти рек Кировской области: *Ergasilus sieboldi* (Es), *Anodonta cygnea* (Ac), *Azygia lucii* (Al), *Camallanus lacustris* (Cl), *Raphidascaris acus* (Ra), *Acanthocephalus anguillae* (Aa), *Acanthocephalus lucii* (Al), *Neoechinorhynchus rutili* (Nr). Оценить вклады различных видов паразитов в изменчивость количественного состава паразитофауны щуки из разных рек и степень несходства паразитофауны между отдельными популяциями.
-
23. Используя подходящий ординационный метод, сравнить биомассу различных видов рыб в опреснённом предустьевом участке Волги на разном расстоянии от устья, км, впадающей в Каспийское море.

- 24.** Применить ординационный тест для совокупности данных, представленных уловами на усилие нескольких видов рыб из р. Москвы, построив диаграмму рассеяния для А) текущей и В) транспонированной таблиц данных. Выделить на диаграмме характерные группы.
-
- 25.** Плотность карася (экз./м²) в 61-м озере Челябинской области, не превышающую или превышающую некоторое пороговое значение N («да» – превышает порог/«нет» – не превышает), связали с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), хлорофилл (мг/л), фосфор (мг/л), нитрит (мг/л), температура (°C), прозрачность (см), электропроводность (мСм/см), аммиак (мг/л), кислотность (pH). Выявить значимые предикторы и построить функцию классификации.
-
- 26.** Оценили концентрацию меди у карася из 38-ми озёр Свердловской области в костях, жабрах, коже, мышцах и печени. Провести кластеризацию отдельно по тканям и по озёрам. Построить в PAST neighbour joining для печени и озера № 3. Разбить совокупность тканей на 4 группы, используя K-means.
-
- 27.** Используя подходящий ординационный метод, сравнить численность разных видов рыб в стандартизированных уловах из четырёх участков большого озера с разной антропогенной нагрузкой в связи с величинами каждого из абиотических параметров.

- 28.** Оценили интенсивность инвазии (ИИ), экз./рыба, различных возрастных групп судака, 2+ – 5+, паразитами разных видов: *Myxobolus sandrae* (Ms), *Henneguya psorospermica* (Hp), *Ichthyocotylurus platycephalus* (Ip), *Ichthyocotylurus variegatus* (Iv), *Apophallus muehlingi* (Am), *Bunodera luciopercae* (Bl), в трёх различных точках водохранилища D в 2020–2023 гг. Имеются ли различия в количественном составе паразитофауны у разных возрастных классов в разных точках водоёма в разное время? Оценить эффект взаимодействия.
-
- 29.** Применить соответствующие ординационные методы А) к совокупности данных, представленных уловами на усилие нескольких видов рыб из 4-х биотопов р. Сан-Хуан, США, и величинами следующих абиотических параметров: сток (м/с), ширина русла (м), глубина (м), течение (м/с), ил (%), песок (%), гравий (%), валун (%); В) отдельно для совокупности абиотических параметров и С) отдельно для популяционных параметров. Построить и проанализировать ординационные диаграммы.
-
- 30.** Используя подходящий ординационный метод, сравнить количественно-видовой состав паразитофауны леща из 5-ти озёр Тульской области.
-
- 31.** У речного окуня возрастных групп 2+ – 5+ из трёх различных озёр оценили количество гемоглобина за разные месяцы. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклик? Оценить эффект взаимодействия.

- 32.** Применить соответствующие ординационные методы А) к совокупности данных, представленных уловами на усилие нескольких видов рыб из р. Москвы и величинами абиотических параметров, В) отдельно для совокупности абиотических параметров и С) отдельно для популяционных параметров. Построить и проанализировать ординационные диаграммы.
-
- 33.** Оценили количественно-видовой состав беспозвоночных, коды А–Е, пищевого комка плотвы, густеры, леща, краснопёрки и уклей возраста 0+ в трёх различных биотопах озера. Влияют ли факторы на отклик? Оценить эффект взаимодействия.
-
- 34.** Наличие подуста в 57-ми водотоках Европейской части России (да/нет) связали с величинами следующих абиотических параметров среды: кислород (мг/л), прозрачность (см), поверхность дна – песок (%), галька (%), булыжник (%), электропроводность (мСм/см). Выявить значимые предикторы и построить функцию классификации.
-
- 35.** Плотность жереха (экз./10 м²) в 73-х водотоках средней полосы, не превышающую или превышающую некоторое пороговое значение N («да» – превышает порог/«нет» – не превышает), связали с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), хлорофилл (мг/л), кислотность (рН), доля береговой линии, покрытой лесом (%), доля береговой линии под антропогенным воздействием (%), скорость течения (м/с), электропроводность (мСм/см), количество видов рыб в водотоке N (ед.), фосфор (мг/л), нитраты (мг/л), аммиак (мг/л), нитриты (мг/л), температура (°С). Выявить значимые предикторы и построить функцию классификации.

- 36.** В различных тканях окуня – кости, жабры, кожа, мышцы и печень – возрастных групп 1+ – 5+ из водоёма Красноярского края измерили концентрацию меди. Оценить вклады концентраций металла в отдельных тканях в общую изменчивость по данному параметру между отдельными тканями и степень несходства общей концентрации меди в разных тканях.
-
- 37.** Используя требуемый ординационный текст, выявить ключевые абиотические факторы, определяющие предпочтение нерестовых площадей тремя видами беломорских камбал. Оценить руководящие параметры, определяющие предпочтения.
-
- 38.** В Каспийском море в двух точках в непосредственной близости от нефтедобывающих платформ и в двух контрольных точках, отстоящих на 1 км от платформ, в апреле, июне и августе получены уловы одним и тем же промысловым усилием, включающие 9 видов рыб, экз. Имеются ли различия в количественном составе выборок по точкам и месяцам лова? Оценить эффект взаимодействия.
-
- 39.** Используя требуемый ординационный метод, сравнить биомассу различных видов рыб, г/м², в опреснённом предустьевом участке Волги на различном расстоянии от устья, км, в связи с каждым из факторов среды.
-
- 40.** Получить следующие параметры биоразнообразия для видов рыб из прудового канала, Чехия, за ряд месяцев: (1) индексы альфа-разнообразия, (2) оценку видового богатства (quadrat richness), (3) показатели бета-разнообразия, (4) taxonomic distinctness, (5) individual rarefaction для индексов S, Шеннона $\exp(H)$, Симпсона $1/D$ и Шеннона H , (6) shareholder quorum subsampling, (7) sample rarefaction, (8) SHE analysis и (9) diversity profiles.

- 41.** У линия пяти возрастных групп, 2+ – 6+, выращенного на трёх типах кормовых добавок, А–С, измерили следующие гематологические показатели: эритроциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (ЭР), гемоглобин, г/л (Г), тромбоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Т), лейкоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Л), эозинофилы, $x \times 10^9/\text{л}$ (Э), мочевины, ммоль/л (М), общий белок, г/л (ОБ). Оказывают ли значимое влияние факторы на отклик? Оценить эффект взаимодействия.
-
- 42.** Используя соответствующий ординационный тест, сравнить после стандартизации количественно-видовой состав рыб (экз.) на четырёх станциях в пределах городской черты Москвы в различное время суток. Сделать предположение о латентных факторах и их влиянии на состав ихтиофауны.
-
- 43.** Используя соответствующий ординационный метод, последовательно оценить влияние факторов среды на концентрацию тяжёлых металлов в мышечной ткани язя из 5-ти озёр Кировской области с разной антропогенной нагрузкой.
-
- 44.** Количество видов рыб в 108-ми озёрах Свердловской области, превышающее или не превышающее некоторое пороговое значение N («да» – превышает порог/«нет» – не превышает), связали с величинами следующих абиотических и биотических параметров: кислород (мг/л), кислотность (рН), температура (°C), площадь озера (км²), доля береговой линии, покрытой лесом (%), доля береговой линии под антропогенным воздействием (%), нитраты (мг/л), фосфаты (мг/л), взвесь (м/л), прозрачность (см). Выявить значимые предикторы и построить функцию классификации.

- 45.** Получить следующие параметры биоразнообразия для видов рыб из нескольких водотоков Ирана: (1) индексы альфа-разнообразия, (2) оценку видового богатства (quadrat richness), (3) показатели бета-разнообразия, (4) taxonomic distinctness, (5) individual rarefaction для индексов S, Шеннона $\exp(H)$, Симпсона $1/D$ и Шеннона H , (6) shareholder quorum subsampling, (7) sample rarefaction, (8) SHE analysis и (9) diversity profiles.
-
- 46.** У речного окуня оценили гематологические показатели крови: гемоглобин (Г), скорость оседания эритроцитов (СОЭ), общий белок (ОБ) и холестерин (Х). Различаются ли показатели крови по месяцам? Если различаются, то по каким.
-
- 47.** Используя подходящий ординационный метод, сравнить концентрацию тяжёлых металлов в мышечной ткани язя из 5-ти озёр Челябинской области с разной антропогенной нагрузкой.
-
- 48.** Используя подходящий ординационный тест, выявить руководящие абиотические/биотические факторы, определяющие предпочтение нагульных участков ручьёв бассейна Белого моря молодью лососёвых трёх видов.
-
- 49.** Оценили концентрацию тяжёлых металлов у окуня из 35-ти озёр Челябинской области. Провести кластеризацию отдельно по металлам и по озёрам. Построить в PAST neighbour joining для металла № 4 и озера № 12. Разбить совокупность концентраций металлов на 3 группы, используя K-means. Стандартизовать данные.

- 50.** Применить ординационный тест для совокупности плотностных параметров рыб из нескольких точек оз. Тексома, США, построив диаграмму рассеяния для А) текущей и В) транспонированной таблиц данных. Выделить на графике характерные группы.
-
- 51.** У четырёх возрастных групп карпа, 1+ – 4+, выращенных на четырёх рационах, А–D, при трёх различных показателях температуры, 1–3, измерили общий белок (ОБ), г/л. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклик? Оценить эффект взаимодействия.
-
- 52.** Применить ординационный тест для совокупности плотностных параметров рыб из нескольких точек р. Тиса, построив диаграмму рассеяния для А) текущей и В) транспонированной таблиц данных. Выделить на графике характерные группы.
-
- 53.** Применить ординационный тест для совокупности данных, представленных уловами на усилие нескольких видов рыб из 4-х биотопов р. Сан-Хуан, США, построив диаграмму рассеяния для А) текущей и В) транспонированной таблиц данных. Выделить характерные группы.
-
- 54.** Выполнены измерения морфометрических параметров гольца из трёх озёр. Используя соответствующий тест, выявить основные закономерности изменчивости морфометрических признаков гольца из разных озёр.

- 55.** Получены оценки плотности ихтиопланктона (экз./100 куб. м) Кандалакшского залива в семи точках (6 стандартизированных тралений в каждой точке). Сравнить количественно-видовой состав ихтиопланктона в разных точках, используя соответствующий ординационный метод.
-
- 56.** У плотвы, густеры, леща и белоглазки возраста 0+ и одной зоологической длины, взятых из одного биотопа, оценили состав рациона. Различаются ли данные виды по количественному составу беспозвоночных, коды 1–7, в пищевом комке? Если различаются, то какие. Представить диаграмму размаха.
-
- 57.** Оценили количественно-видовой состав беспозвоночных в пищевом комке молоди 19 видов рыб. Провести кластеризацию отдельно по беспозвоночным и видам рыб. Построить в PAST neighbour joining для вида рыбы №14 и вида беспозвоночного №5. Разбить совокупность беспозвоночных на 3 группы, используя K-means.
-
- 58.** Применить ординационный тест для совокупности плотностных параметров рыб из нескольких точек прибрежных районов Бразилии, построив диаграмму рассеяния для А) текущей и В) транспонированной таблиц. Выделить на графике характерные группы.
-
- 59.** Применить соответствующие ординационные методы А) к совокупности данных, представленных уловами видов рыб в нескольких водоёмах Канады и величинами следующих абиотических параметров: кислород (мг/л), кислотность (рН), температура (°С), нитраты (мг/л), фосфаты (мг/л), глубина (м), В) отдельно для абиотических параметров и С) отдельно для популяционных параметров. Построить и проанализировать ординационные диаграммы.

- 60.** Получить следующие параметры биоразнообразия для видов рыб из ряда биотопов р. Лицзян, Китай: (1) индексы альфа-разнообразия, (2) оценку видового богатства (quadrat richness), (3) показатели бета-разнообразия, (4) taxonomic distinctness, (5) individual rarefaction для индексов S, Шеннона $\exp(H)$, Симпсона $1/D$ и Шеннона H , (6) shareholder quorum subsampling, (7) sample rarefaction, (8) SHE analysis и (9) diversity profiles.
-
- 61.** Оценили привлекательность различных сахаров для 24 видов рыб, предложив каждой рыбе по 20 гранул с веществом и посчитав количество схватываний. Провести кластеризацию отдельно по сахарам и видам. Построить в PAST neighbour joining для вида №15 и сахара №4. Разбить совокупность сахаров на 5 групп, используя K-means.
-
- 62.** Оценили количественно-видовой состав паразитофауны, экз., у 38-ми видов рыб Южно-китайского моря. Провести кластеризацию отдельно по паразитофауне и по видовому составу рыб. Построить в PAST neighbour joining для вида рыбы № 17 и вида паразита № 6. Разбить виды на 4 группы, используя K-means.
-
- 63.** Получить следующие параметры биоразнообразия для видов рыб из нескольких водоёмах Канады: (1) индексы альфа-разнообразия, (2) оценку видового богатства (quadrat richness), (3) показатели бета-разнообразия, (4) taxonomic distinctness, (5) individual rarefaction для индексов S, Шеннона $\exp(H)$, Симпсона $1/D$ и Шеннона H , (6) shareholder quorum subsampling, (7) sample rarefaction, (8) SHE analysis и (9) diversity profiles.

- 64.** Оценили концентрацию свинца в мышечной ткани леща, окуня, плотвы, язя, щуки, карася и уклей в четырёх озёрах Липецкой области. Сравнить концентрацию металла разных видов из разных озёр, используя подходящий ординационный метод.
-
- 65.** Получить следующие параметры биоразнообразия для видов рыб из нескольких водотоков Калифорнии, США: (1) индексы альфа-разнообразия, (2) оценку видового богатства (quadrat richness), (3) показатели бета-разнообразия, (4) taxonomic distinctness, (5) individual rarefaction для индексов S, Шеннона $\exp(H)$, Симпсона $1/D$ и Шеннона H , (6) shareholder quorum subsampling, (7) sample rarefaction, (8) SHE analysis и (9) diversity profiles.
-
- 66.** Выполнены измерения морфометрических параметров плотвы из трёх озёр. Используя соответствующий ординационный тест, выявить основные закономерности изменчивости морфометрических признаков плотвы из разных озёр.
-
- 67.** Исследовали рационы щуки возраста 3+ и старше в зимний, весенний, летний и осенний периоды. Состав пищевого комка выражен в процентном соотношении отдельных видов. Каждая строка данных соответствует выборке из 5 щук возраста 3+ и старше. Используя адекватный ординационный метод, сравните рационы щуки в разные сезоны.
-
- 68.** Для прибрежной зоны оз. Чёрное в период с 2018 по 2022 гг. в одних и тех же точках рассчитали плотность пяти видов рыб. Оценить вклады различных видов в изменчивость количественного состава выборок, полученных в разное время, и степень несходства в них видового состава.

- 69.** Получить следующие параметры биоразнообразия для видов рыб из нескольких точек р. Тиса: (1) индексы альфа-разнообразия, (2) оценку видового богатства (quadrat richness), (3) показатели бета-разнообразия, (4) taxonomic distinctness, (5) individual rarefaction для индексов S, Шеннона $\exp(H)$, Симпсона $1/D$ и Шеннона H , (6) shareholder quorum subsampling, (7) sample rarefaction, (8) SHE analysis и (9) diversity profiles.
-
- 70.** Стандартным промысловым усилием в четырёх биотопах водохранилища А в мае, июне, июле и августе получены уловы следующих видов, экз.: плотва, окунь, густера, карась, лещ, краснопёрка и судак. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклик? Оценить эффект взаимодействия.
-
- 71.** Применить ординационный тест к совокупности данных, представленных нормированными уловами разных видов рыб в четырёх водохранилищах Чехии. Построить и проанализировать ординационные диаграммы.
-
- 72.** Исследован состав фоновой паразитофауны щуки из 5-ти рек Кировской области: *Ergasilus sieboldi* (E_s), *Anodonta cygnea* (A_c), *Azygia lucii* (A_l), *Camallanus lacustris* (C_l), *Raphidascaris acus* (R_a). Каждая строка представлена отдельной рыбой. Сравнить количественно-видовой состав вида из разных рек с помощью адекватного ординационного метода.

- 73.** Оценили следующие гематологические показатели линия из 57-ми озёр Европейской части России: эритроциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (ЭР), гемоглобин, г/л (Гм), тромбоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Т), лейкоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Л), эозинофилы, $x \times 10^9/\text{л}$ (Э), мочевины, ммоль/л (М), общий белок, г/л (ОБ), глюкоза, ммоль/л (Гл). Провести кластеризацию по озёрам и построить в PAST neighbour joining для озера № 19. Разбить совокупность озёр на 5 групп, используя K-means.
-
- 74.** Получены оценки плотности восьми видов рыб в четырёх озёрах. Оценить вклады различных видов в изменчивость количественного состава ихтиоценозов различных озёр и степень несходства между отдельными озёрами.
-
- 75.** Применить многомерное шкалирование для совокупности данных, представленных нормированными уловами разных видов рыб в нескольких биотопах р. Лицзян, Китай, построив диаграмму рассеяния для А) текущей и В) транспонированной таблиц данных. Выделить на графике характерные группы.
-
- 76.** Величину биомассы щуки (г/м²) в 42-х озёрах средней полосы, превышающую некоторое пороговое значение В, связали с количеством рыб 8-ми видов в стандартизированных уловах жаберных сетей и видовым разнообразием ихтиофауны в озере. Выявить значимые предикторы и построить функцию классификации.
-
- 77.** У четырёх видов рыб из оз. Первое – окуня, плотвы, карася и линия – оценили количество эндогенных паразитов семи видов, экз., коды А–Г. Существуют ли различия в количественном составе паразитофауны у данных видов? Если существуют, то у каких. Построить диаграммы размаха.

- 78.** У окуня пяти возрастных групп, 2+ – 7+, из четырёх озёр Челябинской области измерили концентрацию меди в мышечной ткани в мае, июне и августе. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклик? Оценить эффект взаимодействия.
-
- 79.** Используя подходящий ординационный метод, сравнить количественно-видовой состав рыб из шести точек р. Москвы – 2 точки выше г. Москвы, 2 станции в черте и 2 станции ниже – и выявить латентные факторы.
-
- 80.** Получить следующие параметры биоразнообразия для видов рыб из нескольких точек р. Варта: (1) индексы альфа-разнообразия, (2) оценку видового богатства (quadrat richness), (3) показатели бета-разнообразия, (4) taxonomic distinctness, (5) individual rarefaction для индексов S, Шеннона $\exp(H)$, Симпсона $1/D$ и Шеннона H , (6) shareholder quorum subsampling, (7) sample rarefaction, (8) SHE analysis и (9) diversity profiles.
-
- 81.** Получены оценки плотности пяти видов, экз./м², рыб по уловам, полученным одними и теми же порядками сетей, выставляемых у поверхности воды озера Долгое, в мае, июне, июле, августе, сентябре и октябре. Оценить вклады различных видов в изменчивость количественного состава выборок, полученных в разное время, и степень несходства в них видового состава.
-
- 82.** Применить соответствующие ординационные методы (А) к совокупности данных, представленных уловами на усилие нескольких видов рыб из р. Москвы и величинами абиотических параметров, (В) отдельно для совокупности абиотических параметров и (С) отдельно для популяционных параметров. Построить и проанализировать ординационные диаграммы.

- 83.** Оценили количественный состав паразитофауны леща на четырёх станциях в нижнем Иртыше: *Gyrodactylus elegans* (Ge), *Dactylogyrus spp* (D), *Caryophyllaeus laticeps* (Cl), *Diplostomum chromatophorum* (Dc), *Opisthorchis felineus* (Of), *Sphaerostoma bramae* (Sb). Оценить вклады различных видов паразитов в изменчивость количественного состава паразитофауны леща из разных станций и степень несходства паразитофауны между отдельными популяциями.
-
- 84.** Получен количественно-видовой состав фоновых видов ихтиоценозов четырёх озёр Тверской области (плотва, окунь, густера, краснопёрка, лещ, карась) через нормированные уловы стандартным орудием лова. Используя подходящий ординационный тест, оценить различия в структуре ихтиоценозов между озёрами.
-
- 85.** Применить ординационный тест для совокупности данных, представленных нормированными уловами разных видов рыб в трёх водотоках Чехии, построив диаграмму рассеяния для А) текущей и В) транспонированной таблицы данных. Выделить на графике характерные группы.
-
- 86.** В предустьевой части пяти рек бассейна Каспийского моря оценили величины ряда абиотических параметров и биомассу трёх видов кефалевых – остроноса, лобана и сингиля. Используя адекватный ординационный метод, сравнить биомассы кефалей из пяти областей, выявив руководящие факторы.

- 87.** Применить ординационный тест для количественно-видового состава беспозвоночных в пищевом комке молоди 13-ти видов рыб, построив диаграмму рассеяния для А) текущей и В) транспонированной таблиц данных. Выделить на графике характерные группы.
-
- 88.** Измерили прирост биомассы в единицу времени ($\Delta W/\Delta t$) у двухлеток карпа, выращиваемых на четырёх типах кормовых добавок, А–D, при четырёх различных температурах, I–IV. Имеются ли различия в величинах приростов при использовании разных кормов на фоне различных температур? Если имеются, то каких. Построить диаграмму размаха.
-
- 89.** Оценили концентрацию меди у окуня из 49-ти озёр Оренбургской области в костях, жабрах, коже, мышцах и печени. Провести кластеризацию отдельно по тканям и по озёрам. Построить в PAST neighbour joining для жабр и озера № 27. Разбить совокупность тканей на 3 группы, используя K-means.
-
- 90.** Используя ординационный текст, разделить нерестовые бугры лосося (оптимальные, субоптимальные, непригодные) по абиотическим (скорость течения, глубина, грунт, температура, кислород) и биотическим (глубина икры, плотность икры, хищники, выживаемость) факторам. Определить ключевые параметры, влияющие на пригодность бугров, визуализировать группы на ординационной диаграмме и проверить точность классификации.

- 91.** Оценили количественно-видовой состав ихтиопланктона, экз./100 м³, в 70-ти точках Карского моря. Провести кластеризацию отдельно по ихтиопланктону и станциям отбора проб. Построить в PAST neighbour joining для *I. bicornis* и станции №33. Разбить ихтиопланктон на 4 группы, используя K-means.
-
- 92.** Используя подходящий ординационный метод, сравнить количественно-видовой состав фитопланктонных сообществ из различных эстуариев арктических рек.
-
- 93.** В 2021 г. в прибрежной зоне четырёх озёр Тверской обл. оценили плотность пяти видов рыб, экз./м² – плотвы, окуня, густеры, краснопёрки и леща – в мае, июне, июле и августе. Имеются ли различия по плотностным параметрам у данных видов за четыре месяца? Если имеются то между какими видами. Построить диаграммы размаха.
-
- 94.** Получены оценки плотности ихтиопланктона (экз./100 куб. м) Кандалакшского залива в семи точках (6 стандартизированных тралений в каждой точке). Сравнить количественно-видовой состав ихтиопланктона в разных точках, используя соответствующий ординационный метод.
-
- 95.** В трёх различных точках оз. Балхаш в пять последовательных месяцев определена интенсивность инвазии (ИИ), экз./особь, судака паразитами следующих видов: *Ichthyophthirius multifiliis* (Im), *Trichodina nigra* (Tn), *Dermacystidium percae* (Dp), *Ancyrocephalus paradoxus* (Ap), *Diphyllbothrium latum* (Dl), *Diplostomum spathaceum* (Ds), *Tylodelphys clavata* (Tc), *Posthodiplostomum brevicaudatum* (Pb); каждая строка является выборкой, взятой с одной рыбы. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклики?

- 96.** У окуня пяти возрастных групп, 2+ – 7+, из четырёх озёр Челябинской области измерили концентрацию меди в мышечной ткани в мае, июне и августе. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклики?
-
- 97.** Выполнены измерения морфометрических параметров окуня из трёх озёр. Используя соответствующий тест, выявить основные закономерности изменчивости морфометрических признаков окуня из разных озёр.
-
- 98.** Стандартным промысловым усилием в четырёх биотопах водохранилища А в мае, июне, июле и августе получены уловы следующих видов, экз.: плотва, окунь, густера, карась, лещ, краснопёрка и судак. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклики?
-
- 99.** Оценили количественно-видовой состав паразитофауны леща в четырёх озёрах Казахстана: *Trichodina* sp. (Tr), *Chilodonella* sp. (Ch), *Gyrodactylus elegans* (Gy_la), *Dactylogyrus* sp. (Da), *Caryophyllaeus laticeps* (Ca_la), *Diplostomum* sp. (Di), *Opisthorchis felineus* (Op_fe), *Sphaerostoma bramae* (Sp_br), *Azygia lucii* (Az_lu). Каждая строчка представлена одной рыбой. Используя соответствующий ординационный метод, сравнить паразитофауну вида из разных озёр.
-
- 100.** Оценили концентрацию тяжёлых металлов у окуня, выловленного в трёх озёрах Кировской области, в шести точках каждого озера; каждая строка принадлежит отдельной рыбе. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклики?

101. У пяти возрастных групп карпа 1+ – 5+, выращенного при использовании трёх типов антибиотиков, А–С, измерили следующие гематологические показатели: эритроциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (ЭР), гемоглобин, г/л (Г), тромбоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Т), лейкоциты, $x \times 10^9/\text{л}$ (Л), эозинофилы, $x \times 10^9/\text{л}$ (Э), мочевины, ммоль/л (М), общий белок, г/л (ОБ). Оказывают ли значимое влияние факторы на отклики?

102. В различных тканях судака – кости, жабры, кожа, мышцы и печень – возрастных групп 1+ – 5+ семи озёр Челябинской области измерили концентрацию меди. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклики?

103. Получены уловы 10-ти видов рыб, экз. – окуня, плотвы, леща, карася, густеры, линя, жереха, судака, язя и подуста – на трёх участках р. Москвы, в трёх точках на каждом участке, одним и тем же промысловым усилием. Оказывают ли значимое влияние факторы на отклики?

104. Стандартным промысловым усилием получены уловы, в которых выявлены рыбы с уродствами (экз.). Используя адекватный ординационный тест, сравнить количество рыб с уродствами между четырьмя точками и сделать допущение о латентных факторах, определяющих нарушения.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондарчук С. С. Основы практической биостатистики. Томск: Изд-во ТГПУ, 2009. – 132с
2. Гавриков Д. Е. Введение в биологическую статистику. Иркутск: Изд-во Иркутск. гос. пед. ун-та, 2002. – 72 с.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Москва: Практика, 1998. – 459с.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. Изд-во 4-е перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 1990. – 352 с.
5. Макарова Н. В. Статистика в Excel: Учеб. пособие. Москва: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
6. Макарова Н. В. Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типовые случаи). Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2005. – 84
7. Орлов А. И. Прикладная статистика. Учебник. Москва: Издательство «Экзамен», 2004. – 656 с.
8. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Изд-во 3-е, исправленное. Минск: «Вышэйшая школа», 1973. – 320 с.
9. Нохрин Д. Ю. Лабораторный практикум по биостатистике. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2018. – 292 с.

Ф.С. ЛОБЫРЕВ

СБОРНИК ЗАДАЧ

ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

400 ЗАДАЧ

ИХТИОЛОГИЯ

Учебное пособие по курсу лекций
«Практическая биостатистика»

Подписано в печать 12.05.2026. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 5,58. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Тираж 120 экз. Заказ 26-01760

Издатель ООО «КОНСТАНТА»
308519, Белгородская обл., Белгородский р-н, пос. Северный,
ул. Березовая, 1/12
Тел./факс (4722) 300-720, www.konstanta-print.ru

Отпечатано в ООО «КОНСТАНТА»
308519, Белгородская обл., Белгородский р-н, пос. Северный,
ул. Березовая, 1/12.
Тел./факс (4722) 300-720, www.konstanta-print.ru

