

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»  
(ФГБНУ «ВНИРО»)**



«Утверждаю»  
Директор ФГБНУ «ВНИРО»  
М.К. Глубоковский

«15» марта 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

**Б1.В.В.1 «СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ»**

*(наименование дисциплины)*

**Укрупненные группы направлений подготовки:**

05.06.01 – Науки о земле, 06.06.01 – Биологические науки, 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии, 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве

*(указывается код и наименование направления подготовки)*

**Направленности (профили) подготовки:**

25.00.27-гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия, 25.00.28-океанология, 03.02.04-зоология, 03.02.06-ихтиология, 03.02.10-гидробиология, 03.02.14-биологические ресурсы, 05.18.04-технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств, 05.18.17-промышленное рыболовство

*(указывается наименование направленности)*

Квалификация: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Москва, 2016 г.

Программа составлена в соответствии с утвержденными Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по направлениям подготовки: Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Науки о земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» от 30 июля 2014 г. N 870, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33680; Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» от 30 июля 2014 г. № 871, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33686; «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» от 30 июля 2014 г. N 884, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33717; Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» от 18 августа 2014 г. N 1018 (в ред. приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 464), зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 1 августа 2014 года № 33916.

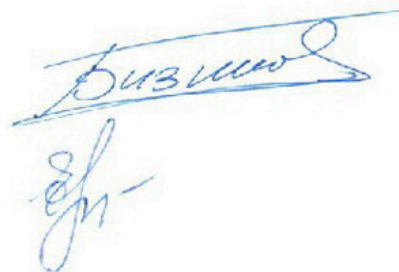
**Автор: канд. биол. наук Васильева Н.А.**

Программа одобрена на заседании Ученого совета ФГБНУ «ВНИРО», протокол от 25 июня 2016 г. № 15.

**Согласовано:**

Первый заместитель директора ФГБНУ «ВНИРО»,  
куратор отдела «Аспирантура и докторантура»

Зав. отделом «Аспирантура и докторантура»



В.А. Бизиков

Е.В. Микодина

### **Аннотация**

Дисциплина (профиль) «**Статистический анализ данных**» реализуется в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») по направлениям подготовки 05.06.02 Науки о земле, 06.06.01 Биологические науки, 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии, 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве по направленностям (профилям) программ Океанология, Ихтиология, Гидробиология, Биологические ресурсы, Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств, Промышленное рыболовство аспирантам очной и заочной форм обучения. Рабочая программа разработана с учетом требований ФГОС по направлениям подготовки 05.06.01 Науки о земле от 30 июля 2014 г. N 870, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33680, 06.06.01 Биологические науки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 871 от 30.07.2014 г., зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33686, 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» от 30 июля 2014 г. N 884, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33717, 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» от 18 августа 2014 г. N 1018 (в ред. приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 464), зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 1 августа 2014 года № 33916.

Основным источником материалов для формирования содержания программы являются: учебники, монографические издания, публикации, материалы конференций, симпозиумов, семинаров, интернет-ресурсы. Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов), из них лекций – 36 часов, практических занятий – 36 часов и 34 часа самостоятельной работы (выполнение домашней работы, выполнение учебного проекта по анализу симулированных данных). Дисциплина реализуется на 2 году обучения. Текущая аттестация проводится не менее 2 раз в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренные настоящей программой. Промежуточная оценка знания осуществляется в форме экзамена (4 академических часа).

**Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре:** Дисциплина (профиль) «**Статистический анализ данных**» является дисциплиной по выбору вариативной части основной образовательной программы (ОПОП). Ее целью является овладение теоретическими основами и инструментарием современного математического анализа данных, в частности, в пакете программ Statistica (StatSoft, Tulsa, OK, USA) и в программной среде для обработки данных R (R Development Core Team).

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)** **универсальные компетенции:**

способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, в частности, в отношении валидности результатов публикуемых исследований; умение генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

**общефессиональные компетенции:**

способность самостоятельно осуществлять научно- исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

**профессиональные компетенции:**

способность к критической оценке опубликованных данных в области биологии и рыбном хозяйстве (ПК-2)

способность проводить анализ научных фактов в области биологии и рыбном хозяйстве, самостоятельно ставить задачу исследования для решения актуальных проблем биологии и рыбного хозяйства и реализовывать исследовательские протоколы на практике (ПК-3)

способность к критической оценке опубликованных данных в области технологии мясных, молочных, рыбных продуктов холодильных производств и смежных дисциплин (ПК-5)

способность проводить анализ научных фактов в области технологии мясных, молочных, рыбных продуктов холодильных производств и смежных дисциплин, самостоятельно ставить задачу исследования для решения актуальных проблем технологии мясных, молочных, рыбных продуктов холодильных производств и реализовывать исследовательские протоколы на практике (ПК-6)

способность к критической оценке опубликованных данных в области ихтиологии и смежных дисциплин (ПК-8)

способность проводить анализ научных фактов в области ихтиологии, самостоятельно ставить задачу исследования для решения актуальных проблем ихтиологии и способность реализовывать исследовательские протоколы на практике (ПК-9)

способность к критической оценке опубликованных данных в области промышленного рыболовства и смежных дисциплин (ПК-11)

способность проводить анализ научных фактов в области промышленного рыболовства, самостоятельно ставить задачу исследования для решения актуальных проблем промышленного рыболовства и способность реализовывать исследовательские протоколы на практике (ПК-12)

способность к критической оценке опубликованных данных в области гидробиологии и смежных дисциплин (ПК-14)

способность проводить анализ научных фактов в области гидробиологии, самостоятельно ставить задачу исследования для решения актуальных проблем гидробиологии и способность реализовывать исследовательские протоколы на практике (ПК-15)

способность к критической оценке опубликованных данных в области океанологии и смежных дисциплин (ПК-17)

способность проводить анализ научных фактов в области океанологии, самостоятельно ставить задачу исследования для решения актуальных проблем океанологии и реализовывать исследовательские протоколы на практике (ПК-18)

способность к комплексному и систематическому анализу полученных научно-исследовательских результатов для формирования и развития собственной тематики исследований и представления их в современных рейтинговых формах (ПК-19)

**В результате изучения дисциплины «Статистический анализ данных» аспирант должен достичь следующих результатов обучения:**

**Знать:**

требования к выборкам и ограничения, которые задаются предполагаемыми методами анализа данных, основные теоретические принципы анализа данных, тестирования статистических гипотез, принципы построения аналитических моделей, подбора оптимальных моделей

**Уметь:**

подготавливать данные для последующего анализа, формировать выборки под конкретные исследовательские задачи, производить анализ данных с использованием специализированного программного обеспечения.

**Владеть:**

представлениями о статистических методах и критериях, используемых в современных биологических исследованиях, об их назначении, ограничениях и об интерпретации результатов статистических тестов; современными методами статистического анализа данных.

**Структура дисциплины (профиля):**

Вид занятий	Количество часов
Лекции	36
Семинары	
Лабораторно-практические занятия	36
Самостоятельная работа	34
Зачет	4
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование темы (раздела)	Краткое содержание темы (раздела)	Объем темы (раздела), ак.ч.				
			Л	С	ПЗ	СР	Итого
1	Основные понятия в анализе океанологических, биологических, технологических, инженерных данных. Описательная статистика.	Статистика как инструмент для количественного анализа и интерпретации данных. Описательная и индуктивная статистика. Понятия выборки и измерения. Принципы сбора данных для статистического анализа. Свойства переменных. Частотное распределение переменной. Графическое представление частотного распределения. Характеристики распределения (центр, разброс и форма распределения). Нормальное распределение. Площадь нормального распределения. Распределение выборочных средних.	2				2

2	Тестирование гипотез в статистике. Критерии Стьюдента.	Понятие статистики критерия. Понятие статистической гипотезы принципы формулирования взаимоисключающих гипотез. Процедура тестирования гипотез в статистике, статистические ошибки. Критерии Стьюдента: одновыборочный, двухвыборочный для независимых выборок, двухвыборочный для связанных выборок.	2		2	2	6
3	Дисперсионный анализ (ANOVA). Мощность статистического теста. Размер эффекта и практическая значимость результатов.	Дисперсионный анализ. Связь с двухвыборочным t-критерием Стьюдента. Рекомендации и требования к выборкам. Однофакторный дисперсионный анализ. Эффект множественных сравнений. Апостериорные тесты (Бонферрони, Тьюки, Ньюмена-Кейлса, Даннета, Шеффе). Анализ контрастов. Дисперсионный анализ для связанных выборок. Многофакторный дисперсионный анализ. Модели дисперсионного анализа. Модель смешанных эффектов. Гнездовой (Nested) дисперсионный анализ. Многомерный дисперсионный анализ (MANOVA). Понятие мощности статистического критерия. Практическая интерпретация результатов (размер эффекта). Оценка необходимого размера выборки для предполагаемого статистического анализа.	4		4	4	12
4.	Корреляции. Регрессионный анализ.	Коэффициент корреляции как параметр описательной статистики. Коэффициент корреляции Пирсона. Определение знака и величины коэффициента корреляции. Факторы, влияющие на коэффициент корреляции. Получение матрицы корреляции. Требование к выборке для тестирования гипотезы о коэффициенте корреляции Пирсона. Регрессионный анализ. Уравнение регрессии. Ошибки предсказания и поиск лучшей линии регрессии. Метод наименьших квадратов. «Анализ остатков» (residual analysis). Множественная линейная регрессия и корреляция. Нелинейная регрессия. Анализ ковариаций (ANCOVA).	4		4	4	12
5.	Трансформация данных. Непараметрические критерии.	Требования к выборке для проведения параметрических тестов. Случайность измерений. Независимость измерений. Проверка соответствия распределения в выборке нормальному закону. Критерии Колмогорова-Смирнова, Лиллифорса, Шапиро-Уилкса. Гомогенность дисперсии. Тесты на гомогенность. Выбросы	4		4	4	12

		(outliers). Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Трансформация данных. Непараметрические критерии. Ранжирование данных. Критерии Манна-Уитни, Вальда-Вольфовица, Вилкоксона, Крускала-Уоллеса, Фридмана, знаковый, медианный тесты. Ранговые корреляции.					
6	Частотный анализ.	Критерии согласия. Сравнение наблюдаемых частот с теоретическими. Биномиальный тест. Критерий $\chi^2$ Пирсона. Поправка Йейтса. Таблицы сопряженности. Четырёхпольные таблицы для независимых выборок. Точный критерий Фишера и критерий $\chi^2$ для независимых выборок. Корреляция между качественными переменными. Повторные измерения бинарных переменных: критерии Мак-Немара и Кохрана. Лог-линейные модели (Log-linear models).	4		4	4	12
7.	Основы многомерных методов анализа. Дискриминантный анализ.	Общие представления о методах многомерного анализа. Понятие многомерного распределения, его характеристики. Матрицы дисперсий, ковариаций и корреляций переменных. Собственное значение и собственный вектор матрицы. Матрица дистанций между объектами. Подготовка данных для многомерного анализа. Дискриминантный анализ. Дискриминантные функции, их структура и интерпретация. Функции классификации и Классификационная матрица. Пошаговый дискриминантный анализ. Обобщенный дискриминантный анализ.	4		4	4	12
8.	Факторный анализ. Анализ главных компонент.	Задачи факторного анализа. Различные типы факторного анализа. Подготовка данных к анализу. Анализ главных компонент, его основные этапы. Главные компоненты, их структура и интерпретация. Вращение компонент. Канонический анализ.	4		4	4	12
9.	Многомерное шкалирование, кластерный анализ. Обобщенные линейные модели.	Выявление структуры данных на основе матриц дистанций (dissimilarity) между объектами. Способы оценки дистанций в многомерном пространстве (Евклидовы дистанции, квадрат Евклидова расстояния, Манхэттенские дистанции). Многомерное шкалирование, основные этапы. Диаграмма Шеппарда. Интерпретация результатов многомерного шкалирования. Кластерный анализ. Различные методики кластерного анализа, варианты построения деревьев классификации. Кластеризация	4		4	4	12

		методом К. средних. Обобщённые линейные модели (generalized linear models). Принципы построения модели. Тестирование гипотез. Поиск оптимальной модели и информационные критерии.					
10.	Основы анализа данных с помощью языка R.	Язык R как аппарат для анализа биологических данных. Подготовка данных для анализа в R и импорт данных. Графические интерфейсы в R. Основы синтаксиса. Подбор и загрузка программных пакетов и поиск функций, соответствующих задачам исследования. Описание данных. Основные статистические критерии в R. Преимущества R в построении сложных аналитических моделей, обзор возможностей R, выходящих за пределы возможностей традиционного программного обеспечения.	4		4	4	12
11.	Зачет		4				
			36		36	34	108

Л – лекции, С – семинары, ЛПЗ – лабораторно-практические занятия, СР – самостоятельная работа

### Образовательные технологии

Лекции, семинары, практические занятия, написание рефератов, подготовка презентаций и выступлений.

### Оценочные средства текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущая аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом ФГБНУ «ВНИРО» - Положением о текущем контроле, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФГБНУ «ВНИРО» по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме решения задач по данной дисциплине.

Объектами оценивания выступают: активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий; степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров, практических занятий и самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальным актом ФГБНУ «ВНИРО» - Положением о текущем контроле, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФГБНУ «ВНИРО» по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной. Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета. Аспирант допускается к зачету в случае выполнения всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.



Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется на зачете без использованием нормативных оценок или на экзамене по 5-и балльной системе.

### Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета/экзамена

Оценка	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
зачет	Аспирант при ответе демонстрирует знания в области статистического анализа данных, владеет основными принципами статистического анализа данных, понимает назначение основных статистических методов, их ограничения и интерпретацию. Может подобрать корректный метод анализа данных для заданной ситуации, провести соответствующий анализ с использованием специализированного программного обеспечения, в состоянии интерпретировать результаты и изложить их в соответствии с общепринятыми стандартами.
2, неудовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области статистического анализа данных. Не информирован или слабо разбирается в проблемах и/или не в состоянии наметить пути их решения, не может статистически проанализировать данные в соответствии с поставленной задачей.
3, удовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует знания только основного материала в области статистического анализа данных, фрагментарно понимает назначение основных статистических методов, их ограничения и интерпретацию. Не всегда может подобрать корректный метод анализа данных для заданной ситуации, провести соответствующий анализ с использованием специализированного программного обеспечения, интерпретировать результаты и изложить их в соответствии с общепринятыми стандартами
4, хорошо	Аспирант при ответе демонстрирует хорошие знания в области статистического анализа данных, владеет основными принципами статистического анализа данных, понимает назначение основных статистических методов, их ограничения и интерпретацию. Может подобрать корректный метод анализа данных для заданной ситуации, провести соответствующий анализ с использованием специализированного программного обеспечения, но не всегда в состоянии интерпретировать результаты и изложить их в соответствии с общепринятыми стандартами.
5, отлично	Аспирант при ответе демонстрирует глубокое и прочное владение и использование знаний в области статистического анализа данных, владеет принципами статистического анализа данных, понимает назначение статистических методов, их ограничения и интерпретацию. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения. Может подобрать корректный метод анализа данных для заданной ситуации, провести соответствующий анализ с использованием специализированного программного обеспечения, интерпретировать результаты и изложить их в соответствии с общепринятыми стандартами.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### Основная литература

Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 2012. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 4th edition. W. H. Freeman and Co.: New York. 937 pp.

Zar J.K., 2010. Biostatistical analysis. 5th ed. (или 4 th ed., 1999). Prentice Hall, New Jersey. 944 pp.

Гланц С., 1998. Медико-биологическая статистика. McGraw-Hill, 1994; М.: Практика. 459 с.

Лакин Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биол. спец. Вузов. М.: Высшая школа. – 1990. –352 с..

Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 496 с.

<http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/>

Плохинский Н. А. Биометрия. – 2-е изд. – 1970. – 367 с.

Плохинский Н. А. Математические методы в биологии: Учебно-методическое пособие для студентов биологических факультетов университетов. – МГУ, 1978. – 265 с.

Халафян А. А. - STATISTICA 6. Статистический анализ данных. М.: Бином, 2007. – 503 с.

### Дополнительная литература

Hurlburt R.T. Comprehending behavioral statistics. 4th ed. (или 3rd ed., 2003). Wadsworth/Thomson Learning, Belmont, 2006.

Lehner P.N. Handbook of ethological methods. Cambridge University press, 1996. 672 p.

Боровиков В. Популярное введение в программу Statistica. КомпьютерПресс. 2000.

Тихомирова М. М. (ред.). Биометрия: учебное пособие. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982.

### Базовые журналы:

1. Биометрика
2. Доклады РАН
3. Известия РАН
4. Статистические методы
5. Успехи современной биологии

### Библиотечные и Интернет-ресурсы

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность (количество точек доступа)
	<a href="http://www.nature.com/nature">http://www.nature.com/nature</a>	Nature	380
	<a href="http://www.nature.com/methods">http://www.nature.com/methods</a>	Nature Methods	380
	<a href="http://www.webofknowledge.com">http://www.webofknowledge.com</a>	Web of Science. Библиографическая база данных	380
	<a href="http://www.sciencedirect.com/science">http://www.sciencedirect.com/science</a>	ScienceDirect. База журналов издательства Elsevier	380

<a href="http://www.elsevier.com">http://www.elsevier.com</a>	Elsevier Поисковая система публикаций	380
<a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>	SpringerLink. База журналов издательства Springer	380
<a href="http://www.springer.com">http://www.springer.com</a>	Springer Поисковая система публикаций	380
<a href="http://www.annualreviewws.org">http://www.annualreviewws.org</a>	Annual Reviews. База	380
<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>	Wiley Электронная библиотека	380
<a href="http://online.sagepub.com/">http://online.sagepub.com/</a>	Sage Journals	380
<a href="http://www.annualreviews.org/">http://www.annualreviews.org/</a>	Annual Reviews Sciences Collection	380
<a href="http://www.sciencemag.org/journals">http://www.sciencemag.org/journals</a>	Science/AAAS	380

**Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

В ФГБНУ «ВНИРО» имеется следующее оборудование: компьютеры со специализированным программным обеспечением, сеть WiFi, поутбуки, плазменные панели и проекторы для демонстраций.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.**

Научно-техническая библиотека ФГБНУ «ВНИРО», другие библиотечные, а также Интернет-ресурсы, консультации с ведущими специалистами Института.

**Язык преподавания:** русский.

**Преподаватель:** к.б.н. Васильева Нина Александровна

**Контрольные вопросы для зачета/экзамена:**

1. Статистика как инструмент для количественного анализа и интерпретации данных. Описательная и индуктивная статистика.
2. Понятия выборки и измерения. Принципы сбора данных для статистического анализа. Свойства переменных. Частотное распределение переменной.
3. Графическое представление частотного распределения.
4. Характеристики распределения.
5. Нормальное распределение. Площадь нормального распределения.
6. Распределение выборочных средних.
7. Понятие статистики критерия. Понятие статистической гипотезы, принципы формулирования взаимоисключающих гипотез.
8. Процедура тестирования гипотез в статистике, статистические ошибки.
9. Критерии Стьюдента: одновыборочный, двухвыборочный для независимых выборок, двухвыборочный для связанных выборок.
10. Дисперсионный анализ. Связь с двухвыборочным t-критерием Стьюдента. Рекомендации и требования к выборкам.
11. Однофакторный дисперсионный анализ.
12. Эффект множественных сравнений. Апостериорные тесты (Бонферрони, Тьюки, Ньюмена-Кейлса, Даннета, Шеффе).
13. Анализ контрастов.
14. Дисперсионный анализ для связанных выборок.

15. Многофакторный дисперсионный анализ.
16. Модели дисперсионного анализа. Модель смешанных эффектов.
17. Гнездовой дисперсионный анализ.
18. Многомерный дисперсионный анализ.
19. Понятие мощности статистического критерия.
20. Практическая интерпретация результатов (размер эффекта).
21. Оценка необходимого размера выборки для предполагаемого статистического анализа.
22. Коэффициент корреляции как параметр описательной статистики. Коэффициент корреляции Пирсона.
23. Определение знака и величины коэффициента корреляции. Факторы, влияющие на коэффициент корреляции.
24. Получение матрицы корреляции. Требование к выборке для тестирования гипотезы о коэффициенте корреляции Пирсона.
25. Регрессионный анализ. Уравнение регрессии.
26. Ошибки предсказания и поиск лучшей линии регрессии. Метод наименьших квадратов.
27. Анализ остатков.
28. Множественная линейная регрессия и корреляция.
29. Нелинейная регрессия.
30. Анализ ковариаций.
31. Требования к выборке для проведения параметрических тестов. Случайность измерений. Независимость измерений.
32. Проверка соответствия распределения в выборке нормальному закону. Критерии Колмогорова-Смирнова, Лиллифорса, Шапиро-Уилкса.
33. Гомогенность дисперсии. Тесты на гомогенность.
34. Выбросы (outliers).
35. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона.
36. Трансформация данных.
37. Непараметрические критерии. Ранжирование данных.
38. Критерии Манна-Уитни, Вальда-Вольфовица, Вилкоксона, Крускалла-Уоллеса, Фридмана, знаковый, медианный тесты.
39. Ранговые корреляции.
40. Критерии согласия. Сравнение наблюдаемых частот с теоретическими.
41. Биномиальный тест.
42. Критерий  $\chi^2$  Пирсона. Поправка Йейтса.
43. Таблицы сопряженности. Четырёхпольные таблицы для независимых выборок.
44. Точный критерий Фишера и критерий  $\chi^2$  для независимых выборок.
45. Корреляция между качественными переменными.
46. Повторные измерения бинарных переменных: критерии Мак-Немара и Кохрана.
47. Лог-линейные модели.

48. Общие представления о методах многомерного анализа. Понятие многомерного распределения, его характеристики.
49. Матрицы дисперсий, ковариаций и корреляций переменных. Собственное значение и собственный вектор матрицы. Матрица дистанций между объектами.
50. Подготовка данных для многомерного анализа.
51. Дискриминантный анализ. Дискриминантные функции, их структура и интерпретация.
52. Функции классификации и Классификационная матрица.
53. Пошаговый дискриминантный анализ.
54. Обобщённый дискриминантный анализ.
55. Задачи факторного анализа.
56. Различные типы факторного анализа. Подготовка данных к анализу.
57. Анализ главных компонент, его основные этапы.
58. Главные компоненты, их структура и интерпретация.
59. Вращение компонент.
60. Канонический анализ.
61. Выявление структуры данных на основе матриц дистанций между объектами. Способы оценки дистанций в многомерном пространстве.
62. Многомерное шкалирование, основные этапы.
63. Диаграмма Шеппарда. Интерпретация результатов многомерного шкалирования.
64. Кластерный анализ. Различные методики кластерного анализа, варианты построения деревьев классификации.
65. Кластеризация методом К средних.
66. Обобщённые линейные модели. Принципы построения модели.
67. Поиск оптимальной модели и информационные критерии.
68. Язык R как аппарат для анализа биологических данных. Подготовка данных для анализа в R и импорт данных.
69. Графические интерфейсы в R.
70. Основы синтаксиса в R.
71. Подбор и загрузка программных пакетов и поиск функций, соответствующих задачам исследования.
72. Описание данных. Основные статистические критерии в R.