

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

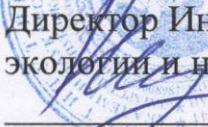
Вице-президент АН РТ

  
В.В. Хоменко

«30»/09 2016 г.



УТВЕРЖДЕНО

  
Директор Института проблем  
экологии и недропользования АН РТ  
Р.Р. Шагидуллин

«30»/09 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.3 Статистические методы анализа данных**

**Уровень:** подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Направление подготовки кадров высшей квалификации:**

06.06.01 Биологические науки

**Направленность (профиль) подготовки:**

03.02.08 Экология (по отраслям)

**Квалификация выпускника:** Исследователь. Преподаватель-исследователь

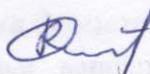
**Форма обучения:** очная

Казань 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 871; паспортом специальности научных работников 03.02.08 – Экология (по отраслям); учебным планом Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан.

Составитель рабочей программы:

с.н.с. лаб. биомониторинга, к.б.н.  
(должность, ученая степень)



(подпись)

Р.А. Суходольская

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по научной работе

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

Д.В. Иванов

(Ф.И.О.)

Ученый секретарь

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

М.Ш. Сибгатуллина

(Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в системе подготовки аспиранта, планируемые результаты обучения по дисциплине

### 1.1. Цели и задачи изучения дисциплины.

**Цель дисциплины** – обучение аспирантов современным методам статистического анализа данных с использованием компьютерных программ - пакетов статистической обработки данных (Microsoft Excel, STATISTICA и др.), оформления результатов в виде и табличного и графического материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

- обладать теоретическими основами биометрии;
- знать свойства и характеристики вариационных рядов, критерии выбора методов статистической обработки, оценки достоверности статистических величин;
- уметь выбирать осмысленно статистические методы и правильно интерпретировать результаты расчетов;
- ориентироваться в справочной литературе, статистических таблицах и программном обеспечении;
- обладать навыками оформления результатов статистической обработки в виде и табличного и графического материалов;
- приобрести навыки расчетов статистических показателей с использованием персональных компьютеров.

### 1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих универсальных и общих для направления компетенций:

УК-1 – способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

УК-3 – готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач

УК-5 – способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

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

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

ПК-4 – способность анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований с использованием современных методов обработки и интерпретации информации, в том числе с использованием современных методов статистического анализа

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

**иметь представление:** о законах распределения, основные параметрические и непараметрические критерии, об основных пактах анализа данных, критериях и методах оценки достоверности, о формах подготовки таблиц и рисунков в научной работе;

**знать:** программы и практические навыки статистического анализа данных в Microsoft Excel, STATISTICA,

**уметь:** использовать навыки научно-исследовательского мышления и прикладные знания по оценке состояния популяций и сообществ живых организмов:

**ориентироваться:** в учебной, научной, справочной литературе, основных методиках статистических исследований;

### 1.3. Связь с предшествующими дисциплинами.

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по математике.

### 1.4. Связь с последующими дисциплинами.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, будут задействованы в процессе подготовки кандидатских диссертаций.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1. Объем и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 ЗЕТ или 108 академических часов.

2-й год аспирантуры; вид отчетности – зачет.

Вид учебной работы	Трудоемкость
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>58</b>
В том числе:	
Лекции	30
Семинары	0
Практические занятия	28
<b>Самостоятельная работа аспиранта (всего)</b>	<b>50</b>
В том числе:	0
Подготовка к практическим занятиям	38
Подготовка к семинарам	0
Подготовка реферата	0
Подготовка эссе	0
Изучение тем, вынесенных на самостоятельное изучение	0
Подготовка к зачету	12
<b>Итого:</b>	<b>108</b>

### 2.2. Тематический план дисциплины

№ п/п	Название раздела дисциплины	Трудоемкость (в часах)				Форма отчетности
		Лекции	Семинары	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	Вариационный ряд и его основные характеристики	2		0	2	Дискуссия, устный опрос
2	Законы и параметры распределения. Нормальное распределение и его признаки	4		0	2	Дискуссия, устный опрос
3	Непараметрические критерии	4		0	2	Дискуссия, устный опрос
4	Краткая характеристика программных пакетов Microsoft Excel и	4		2		Дискуссия, устный

№ п/п	Название раздела дисциплины	Трудоемкость (в часах)				Форма отчетности
		Лекции	Семинары	Практические занятия	Самостоятельная работа	
	STATISTICA					опрос
5	Статистическая обработка данных в Microsoft Excel и Statistica	12		22	30	Результаты расчетов, таблицы и графики
6	Методы графического анализа данных и представление табличного и графического материала	4		4	2	Таблицы и графики
7	Подготовка к зачету	0		0	12	
	Итого:	30		28	50	

### 2.3. Содержание дисциплины

#### Тема 1. Вариационный ряд и его основные характеристики.

Генеральная совокупность. Выборка и ее объем выборки. Типы данных: интервальные, классификационные (качественные), альтернативные, порядковые.

#### Тема 2. Законы и параметры распределения.

Нормальное распределение и его признаки. Параметрические критерии:  $t$ -критерий Стьюдента, а для оценки дисперсии -  $F$ -критерий Фишера. Основные критерии и параметры вариационного рядов нормального распределения: средняя арифметическая ( $M$ ), среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение или  $\sigma$ ), показатели вариации ( $CV$ ), дисперсия, стандартная ошибка ( $m$ ), достоверность средней арифметического, точность определения средней, асимметрия, эксцесс. ANOVA. Проверка статистических гипотез.

#### Тема 3. Непараметрические критерии.

Непараметрические критерии:  $T$ -критерий Уайта,  $X$ -критерий Ван-дер-Вардена и  $U$ -критерий Уилкоксона (Wilkokson-test), критерий знаков  $z$ , медиана, ранговая корреляция Спирмена и т.д.

#### Тема 4. Краткая характеристика программных пакетов Microsoft Excel и STATISTICA.

Краткая характеристика программных пакетов Microsoft Excel и STATISTICA.

Модули в программной среде STATISTICA. Основные статистики и таблицы. Вычисление среднеарифметического значения, стандартного отклонения, ошибки среднего, медианы, моды, объема выборки, минимума, максимума, коэффициентов асимметрии и эксцесса. Сравнения переменных с целью оценки достоверности различия между ними.

#### Тема 5. Статистическая обработка данных в Microsoft Excel и Statistica.

Вычислительный модуль и модуль диаграмм Microsoft Excel. Электронные таблицы на листе Microsoft Excel и обработка данных с помощью Мастера функций. Пакет Анализ данных, критерии параметрического распределения, статистические анализы, функции распределения, корреляционный анализ и др. в программе Microsoft Excel. Виды графики в Microsoft Excel, оформляемые с помощью Мастера диаграмм. Вставка линии тренда и оценка достоверности аппроксимации линии тренда.

Статистическая обработка данных в модуле Nonparametric Distribution. Расчеты непараметрических критериев: медианы (вместо среднеарифметического), Х-критерия Ван-дер-Вардена и U-критерия Уилкоксона (Wilkokson-test), критерия знаков z, ранговой корреляции Спирмена.

Методы многомерной статистики. Анализ главных компонент, кластерный и дискриминантный анализы.

### **Тема 6. Методы графического анализа данных и представление табличного и графического материала.**

Методы графического анализа зоологических данных. Основы компьютерной подготовки научных работ (диссертаций), редактирование и оформление текстовых файлов и графических изображений.

#### **2.4. Самостоятельная работа аспирантов.**

Внеаудиторная самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды деятельности:

- подготовку к практическим занятиям;
- изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;
- расчеты и подготовка табличного графического материала.
- подготовку к зачету.

### **3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине**

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета.

#### **3.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля успеваемости образован фонд оценочных средств в виде вопросов для дискуссии и устного опроса.

#### **Вопросы для дискуссии и устного опроса**

##### **Тема 1. Вариационный ряд и его основные характеристики.**

1. Что такое вариация и каковы этапы ее статистического анализа?
2. Какими показателями характеризуется центр распределения?
3. Какие виды графиков применяются при изображении вариационного ряда?
4. Как соотносятся между собой понятия среднее значение признака, мода и медиана при левосторонней симметрии?
5. Что показывает децильный коэффициент дифференциации?

##### **Тема 2. Законы и параметры распределения.**

1. Как определить моду и медиану в интервальном вариационном ряду?
2. При каких значениях коэффициента вариации совокупность считается однородной?
3. В каких случаях лучше использовать моментный, а в каких случаях – структурные показатели асимметрии?
4. Что такое эксцесс распределения?
5. В чем состоит правило сложения дисперсий?

##### **Тема 3. Непараметрические критерии.**

1. Приведите пример статистической и корреляционной связи.

2. В каком случае достаточно использовать уравнение парной регрессии?
3. В чем смысл коэффициента парной корреляции и каковы границы его значения?
4. Каковы условия построения уравнения множественной регрессии?
5. Как использовать уравнение регрессии для прогноза?

#### **Тема 4. Краткая характеристика программных пакетов Microsoft Excel и STATISTICA.**

1. Повлияет ли на величину ХИ-квадрат перестановка строк и столбцов таблицы сопряженности?
2. Какие ограничения накладываются на колебания теоретической частоты?
3. Почему критерий ХИ-квадрат не может использоваться в качестве меры тесноты связи между номинальными переменными?
4. Какие показатели динамики рассчитываются по динамическому ряду?
5. Какие методы экстраполяции тенденции вам известны?
6. В чем суть аналитического выравнивания?

#### **Тема 5. Статистическая обработка данных в Microsoft Excel и Statistica.**

Используя материал, готовящийся к написанию кандидатской диссертации, выполнить следующие задания:

1. Провести описательную статистику по заданным переменным.
2. Провести корреляционный анализ по заданным переменным.
3. Провести регрессионный анализ по заданным переменным.
4. Провести дискриминантный анализ по заданным переменным.
5. Провести Кластерный анализ по заданным переменным.

#### **Тема 6. Методы графического анализа данных и представление табличного и графического материала.**

Оформить и вывести на печать графический материал по результатам дискриминантного, кластерного дисперсионного анализов, анализа главных компонент.

### **3.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов к зачету:

1. Интервальные, классификационные (качественные), альтернативные и порядковые данные.
2. Основные признаки нормального распределения.
3. Параметрические критерии.
4. Непараметрические критерии.
5. Показатели разнообразия и обилия животных.
6. Индексы сравнения (сходства) фаун (выборок).
7. Вычислительный модуль и модуль диаграмм Microsoft Excel.
8. Модули в программной среде STATISTICA.
9. Модуль «Основные статистики и таблицы» и его возможности.
10. Рассчитать основные параметрические критерии и показатели:
  - $t$ -критерий Стьюдента,
  - $F$ -критерий Фишера,
  - среднюю арифметическую ( $M$ ),

- среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение или  $\sigma$ ),
- коэффициент вариации ( $CV$ ),
- стандартную ошибку ( $m$ ),
- асимметрию и эксцесс.

11. Рассчитать основные непараметрические критерии и показатели:

- медиану,
- U-критерий Уилкоксона, - ранговую корреляцию Спирмена.

12. Получить основные показатели и уравнение множественной регрессии в модуле Multiply Regression.

13. Выполнить кластерный анализ на основе выданной матрицы.

14. Выполнить дискриминантный анализ и построить графику в соответствующем модуле.

15. Построить точечную диаграмму и вставить линию тренда.

16. Построить круговую диаграмму и вставить в текстовой файл.

### 3.3. Соотношение компетенций, критериев их формирования и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочные средства
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Уметь критически анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	Вопросы к зачёту 1,2,3,4 Вопросы к дискуссии по теме 1
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Знать основные понятия и методы статистического анализа, уметь применять методы анализа и оценки, принятые на международном уровне	Вопросы к зачёту 5-8 Вопросы к дискуссии по теме 2, 3
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Решать нестандартные профессиональные задачи, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения.	Вопросы к зачёту 9-10 Вопросы к дискуссии по теме 4

ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать основные принципы, возможности и ограничения современных методов статистического анализа	Вопросы к зачёту 11, 12 Вопросы к дискуссии по теме 5.6
ПК-4	Способность анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований с использованием современных методов обработки и интерпретации информации, в том числе с использованием современных методов статистического анализа	Уметь планировать и проводить основные расчетные работы по статистической обработке материала диссертаций, делать выводы по полученным данным	Вопросы к зачёту 13-16 Вопросы к дискуссии по темам 4, 6

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 4.1. Основная и дополнительная литература

1. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. М.: Форум: Инфра-М, 2014. 464 с. (Библиотека)
2. Гринин А.С. Математическое моделирование в экологии. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 269 с. (Библиотека)
3. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: ИЦ "Академия", 2004. 416 с. (Библиотека)
4. Новиков Д.А. Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типовые случаи) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Новиков Д.А., Новочадов В.В.— Электрон. текстовые данные.— Вологод: Издательство ВолГМУ, 2005.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8502>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Романко В.К. Статистический анализ данных в психологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Романко В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 313 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6507>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Карташов Г.Д. Многомерный статистический анализ [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы/ Карташов Г.Д., Тимонин В.И., Будовская Л.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2007.— 48 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31083>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

7. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Боровиков В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2013.— 290 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37198>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

8. Афонин П.Н. Статистический анализ с применением современных программных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Афонин П.Н., Афонин Д.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Интермедия, 2015.— 100 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28030>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

9. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации [Электронный ресурс]: учебник/ Малинин В.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2008.— 408 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12528>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

10. Маглеванный И.И. Математические основы первичной обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: методические материалы по прикладной статистике/ Маглеванный И.И., Карякина Т.И.— Электрон. текстовые данные.— Волгоград: Волгоградский государственный социально-педагогический университет, «Перемена», 2015.— 42 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40738>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **4.2. Электронные ресурсы**

11. [http://cdo.bseu.by/stat1/lab2\\_1.htm](http://cdo.bseu.by/stat1/lab2_1.htm)
12. [books.tr200.ru/v.php?id=247861](http://books.tr200.ru/v.php?id=247861)
13. [http://softnic.ru/soft/programm\\_4456.html](http://softnic.ru/soft/programm_4456.html)

### **5. Образовательные технологии**

Для реализации программы при изучении учебной дисциплины «Статистические методы анализа данных» используются активные формы обучения: лекции, вариативный опрос, дискуссии, устный опрос. В ходе практических занятий предусмотрены лабораторные работы, семинары, доклады с последующей дискуссией.

### **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

1. Аудиторный зал.
2. Мультимедийное оборудование.
3. Компьютеры.