

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО

«СОГЛАСОВАНО»

Декан Факультета физико-математических  
и естественных наук

Ю.П. Перельгин

2015 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Педагогического института  
им. В.Г. Белинского

О.П. Сурина

2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**А1.В.ОД.5 ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Направление подготовки: **06.06.01 Биологические науки**

Направленность (Профиль): **Физиология и биохимия растений,**  
научная специальность 03.01.05

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

Форма обучения: **Очная, заочная**

Пенза – 2015 г.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Программу составил:


Чернышов В.А. –к.б.н., доцент кафедры «Зоология и экология»



Программа обсуждена на заседании кафедры «ЗЭ»  
протокол № 1 от «8» сентября 2015 года

Зав. кафедрой ЗЭ  Титов С.В.

Программа согласована с деканом Факультета физико-математических и естественных наук


Декан факультета  Перельгин Ю.П.

(подпись, дата)

Программа одобрена методической комиссией Факультета физико-математических и естественных наук

Протокол № 1 от «14» сентября 2015 года

Председатель методической комиссии Факультета физико-математических и естественных наук

 Родионов М.А.  
(подпись)

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины

**Цель изучения дисциплины** – расширение имеющихся у аспирантов знаний о теоретических основах и методах применения статистического анализа при обработке полученной научной информации, применение методологии различных статистических программ в прикладных и теоретических исследованиях.

### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у аспирантов математическое мышление при работе с данными, полученными в результате исследований и экспериментов;
- познакомиться с основными методами статистической обработки данных;
- изучить приемы анализа, хранения и интерпретации полученной информации;
- сформировать умение использовать статистические процедуры в прикладных и теоретических исследованиях;
- изучить приемы осознанного выбора конкретных процедур математической обработки данных, соответствующих заявленным в исследовании целям и задачам;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний для решения исследовательских задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «Основы статистического анализа в научных исследованиях» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана ООП.

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по курсам «Методология и биоэтика научных исследований», «Использование информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности». Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, могут быть применены в ходе научно-исследовательской деятельности и подготовки НКР (диссертации).

## 3. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<i>Знать:</i> основные принципы биологической статистики, условия и место применения конкретных описательных и многомерных статистических процедур, их уровень чувствительности и ограничения в применении.
		<i>Уметь:</i> наглядно и эффективно интерпретировать и визуализировать статистический материал биологического содержания.
		<i>Владеть:</i> практическими навыками и знаниями использования описательных и многомерных статистических процедур и современных компьютерных технологий в биологических и экологических исследованиях.
	способность к	<i>Знать:</i> основные методы обработки,

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
УК-1	критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	хранения, анализа, синтеза и оценки современных научных достижений.
		<i>Уметь:</i> генерировать и использовать новые идеи в соответствии с решением задач исследовательского и практического характера не только в своей области, но и в междисциплинарных областях
		<i>Владеть:</i> научно-техническим языком при написании научных проектов и составлении отчетов в соответствии с принятыми нормативами.
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<i>Знать:</i> основные способы подготовки биологических данных к последующей статистической обработке, а также методы и формы интерпретации и визуализации статистических данных.
		<i>Уметь:</i> применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи биологической информации с использованием основных описательных многомерных статистических процедур и современных компьютерных технологий.
		<i>Владеть:</i> приемами и формами интерпретации и визуализации биологического статистического материала.
ПК-3	способность использовать современные программные средства и электронные ресурсы в соответствии со спецификой научно-исследовательской деятельности в предметной области биологических наук	<i>Знать:</i> основные приемы и способы оформления, представления и интерпретации результатов научно-исследовательских работ по принятым и утвержденным формам.
		<i>Уметь:</i> применять полученные знания по оформлению, представлению и интерпретации полученных результатов научно-исследовательских работ в учебной и профессиональной деятельности.
		<i>Владеть:</i> основными приемами и способами оформления, представления и интерпретации результатов научно-исследовательской деятельности с использованием современных программных средств и электронных ресурсов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Основы статистического анализа в научных исследованиях»

##### 4.1.1 Структура дисциплины (очная форма обучения)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)		
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа			Оценка работы на практических занятиях	Проверка решения статистических задач и упражнений	Контрольная работа
				Всего	Лекция	Практические занятия	Всего	Подготовка к практическим занятиям	Подготовка к контрольной работе			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	<b>Раздел 1. Введение в основы применения статистического анализа в научных исследованиях</b>	6	1-2	2		2	8	2	6			
	<b>Тема 1.1.</b> Методические основы планирования и проведения научно-практического исследования		1	1		1						
	<b>Тема 1.2.</b> Применение статистического анализа в биологических и экологических исследованиях		2	1		1	8	2	6	2	2	2
	<b>Раздел 2. Статистическая значимость различий и чувствительность критериев</b>	6	3-6	4		4	12	5	7			
	<b>Тема 2.1.</b> Выборочные оценки. Расчет описательных выборочных показателей		3	1		1						
	<b>Тема 2.2.</b> Сравнительные критерии. Доверительные интервалы		4	1		1	9	2	7	4	4	4
	<b>Тема 2.3.</b> Сравнение двух групп: критерий Стьюдента		5	1		1						

	Тема 2.4. Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ		6	1		1	3	3		6	6	
	<b>Раздел 3. Обработка результатов статистических наблюдений</b>	<b>6</b>	<b>7-12</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>7</b>			
	Тема 3.1. Вариационный ряд		7	1		1						
	Тема 3.2. Эмпирическая функция распределения		8	1		1				8	8	
	Тема 3.3. Полигон и гистограмма		9	1		1	2	2				
	Тема 3.4. Числовые характеристики статистического распределения		10	1		1	2	2		10	10	
	Тема 3.5. Точечные оценки параметров распределения. Метод моментов		11	1		1				11		
	Тема 3.6. Интервальные оценки параметров нормально распределенной случайной величины		12	1		1	8	1	7	12	12	12
	<b>Раздел 4. Элементы корреляционного анализа</b>	<b>6</b>	<b>13-15</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	<b>10</b>	<b>10</b>				
	Тема 4.1. Числовые характеристики. Корреляционная таблица		13	1		1						
	Тема 4.2. Выборочный коэффициент корреляции и проверка гипотезы о его значимости		14	1		1	5	5		14		
	Тема 4.3. Уравнение прямой регрессии		15	1		1	5	5		15		
	<b>Раздел 5. Многомерный анализ</b>	<b>6</b>	<b>16-18</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>7</b>			
	Тема 5.1. Факторный анализ		16	1		1						
	Тема 5.2. Кластерный анализ		17	1		1	12	5	7	17		17
	Тема 5.3. Дискриминантный анализ		18	1		1						
	Общая трудоемкость, в часах			<b>18</b>		18	<b>54</b>	27	27	Промежуточная аттестация		
										Форма	Семестр	
										Зачет	6	

#### 4.1.2 Структура дисциплины (заочная форма обучения)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)		
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа			Оценка работы на практических занятиях	Проверка решения статистических задач и упражнений	Контрольная работа
				Всего	Лекция	Практические занятия	Всего	Подготовка к практическим занятиям	Подготовка к контрольной работе			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	<b>Раздел 1. Введение в основы применения статистического анализа в научных исследованиях</b>	6	1-2	1		1	6	2	4			
	<b>Тема 1.1.</b> Методические основы планирования и проведения научно-практического исследования		1				3	1	2			
	<b>Тема 1.2.</b> Применение статистического анализа в биологических и экологических исследованиях		2	1		1	3	1	2	2	2	2
	<b>Раздел 2. Статистическая значимость различий и чувствительность критериев</b>	6	3-6	2		2	14	6	8			
	<b>Тема 2.1.</b> Выборочные оценки. Расчет описательных выборочных показателей		3				4	2	2			
	<b>Тема 2.2.</b> Сравнительные критерии. Доверительные интервалы		4				4	2	2	4	4	4
	<b>Тема 2.3.</b> Сравнение двух групп: критерий Стьюдента		5	1		1	3	1	2			
	<b>Тема 2.4.</b> Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ		6	1		1	3	1	2	6	6	

	<b>Раздел 3. Обработка результатов статистических наблюдений</b>	<b>6</b>	<b>7-12</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>9</b>			
	<b>Тема 3.1.</b> Вариационный ряд		7				2	1	1			
	<b>Тема 3.2.</b> Эмпирическая функция распределения		8	1		1	2	1	1	8	8	
	<b>Тема 3.3.</b> Полигон и гистограмма		9				2	1	1			
	<b>Тема 3.4.</b> Числовые характеристики статистического распределения		10	1		1	3	1	2	10	10	
	<b>Тема 3.5.</b> Точечные оценки параметров распределения. Метод моментов		11	1		1	4	2	2	11		
	<b>Тема 3.6.</b> Интервальные оценки параметров нормально распределенной случайной величины		12				4	2	2	12	12	12
	<b>Раздел 4. Элементы корреляционного анализа</b>	<b>6</b>	<b>13-15</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>4</b>			
	<b>Тема 4.1.</b> Числовые характеристики. Корреляционная таблица		13	1		1	5	4	1			
	<b>Тема 4.2.</b> Выборочный коэффициент корреляции и проверка гипотезы о его значимости		14				5	3	2	14		
	<b>Тема 4.3.</b> Уравнение прямой регрессии		15				4	3	1	15		
	<b>Раздел 5. Многомерный анализ</b>	<b>6</b>	<b>16-18</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			
	<b>Тема 5.1.</b> Факторный анализ		16	1		1	4	2	2			
	<b>Тема 5.2.</b> Кластерный анализ		17	1		1	4	2	2	17		17
	<b>Тема 5.3.</b> Дискриминантный анализ		18				4	2	2			
	Общая трудоемкость, в часах			<b>9</b>		9	<b>63</b>	32	31	Промежуточная аттестация		
										Форма	Семестр	
										Зачет	6	



## 4.2. Содержание дисциплины

### **Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.**

#### **Тема 1.1. Методические основы планирования и проведения научно-практического исследования.**

Научное исследование в контексте современной науки. Методология научного познания. Эмпирический и теоретический уровни научного познания. Методологическое обеспечение научных исследований. Единая система науки и практики. Уровни познания. Различия между эмпирическим и теоретическим уровнями познания. Структура эмпирического познания.

Системный анализ. Условия для проведения системного анализа. Виды систем и типы взаимодействия подсистем. Методы системного анализа в зависимости от содержания. Методы системного анализа в зависимости от цели. Характеристика этапов научного исследования. Основные виды ошибок научного исследования.

Научная новизна. Теоретическая и практическая значимость исследования. Этапы исследования. Апробация и внедрение результатов исследования.

#### **Тема 1.2. Применение статистического анализа в биологических и экологических исследованиях.**

Объективная необходимость применения математических и статистических процедур в современных биологических и экологических исследованиях. Теоретико-множественные и комбинаторные основания в экологии. Простейшая модель случайного процесса. Нормальное распределение. Параметрический и непараметрический анализ данных.

Статистические и математические компьютерные программы. Пакеты статистических программ, применяемые в экологических исследованиях: Statistica, Systat, NCSS, SPSS. Особенности пакета статистических программ Statistica. Знакомство с системой Statistica, форматы таблиц данных и таблиц результатов. Графический редактор системы Statistica: возможности и примеры использования.

### **Раздел 2. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАЗЛИЧИЙ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КРИТЕРИЕВ.**

#### **Тема 2.1. Выборочные оценки. Расчет описательных выборочных показателей.**

Понятие выборочных оценок. Выборочное среднее. Выборочное стандартное отклонение. Точность выборочной оценки генеральной совокупности – стандартная ошибка среднего.

Решение задач и выполнение упражнений по описательным статистическим процедурам, подготовка выборок к анализу, интерпретация полученной описательной статистической информации. Примеры расчета описательных выборочных показателей. Возможные ошибки и методы их предотвращения.

#### **Тема 2.2. Расчет сравнительных критериев. Доверительные интервалы.**

Поиск различий выборок. Построение матрицы сравнения критериев по отношению к их воздействию на общую для них цель. Расчет значений приоритетов (весов) критериев.

Суть применения доверительных интервалов. Доверительный интервал для разности средних. Проверка гипотез с помощью доверительных интервалов. Доверительные интервалы для среднего, доли и разности долей. Доверительный интервал для значений. Вычисление доверительных интервалов.

#### **Тема 2.3. Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.**

Принцип метода сравнения выборок по Стьюденту. Стандартное отклонение разности средних. Расчет критерия Стьюдента ( $t$ ). Критическое значение  $t$ -критерия.

Ошибки в использовании критерия Стьюдента. Критерий Стьюдента для множественных сравнений: поправки Бонферрони, критерий Ньюмена-Кейсла, критерий Даннета.

#### **Тема 2.4. Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ.**

Понятие о нулевой гипотезе. Случайные выборки из нормально распределенной совокупности. Две оценки дисперсии: дисперсия внутригрупповая и межгрупповая. Расчет критерия Фишера (F). Критическое значение F-критерия.

### **Раздел 3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ СТАТИСТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ.**

#### **Тема 3.1. Вариационный ряд.**

Определение закона распределения случайной величины. Случайный отбор и генеральная совокупность. Выборка, объем выборки, репрезентативная выборка. Интервальный вариационный ряд. Дискретный вариационный ряд. Способы группировки данных.

#### **Тема 3.2. Эмпирическая функция распределения.**

Нахождения эмпирической функции распределения выборки. Свойства нахождения эмпирической функции распределения выборки. Накопленные относительные частоты  $n(x_i)$ . Распределение относительных частот. Относительные частоты попадания случайной величины в  $i$ -тый интервал.

#### **Тема 3.3. Полигон и гистограмма.**

Полигон частот и полигон относительных частот. Гистограмма частот и гистограмма относительных частот. Неизвестная функция плотности вероятности генеральной совокупности  $f(x)$ . Гипотеза о виде распределения генеральной совокупности. Оценка неизвестной плотности вероятностей.

#### **Тема 3.4. Числовые характеристики статистического распределения.**

Статистическое распределение. Выборочная средняя. Выборочная дисперсия. Характеристика рассеяния значений признака выборочной совокупности вокруг своего среднего значения. Выборочное среднее квадратическое отклонение.

#### **Тема 3.5. Точечные оценки параметров распределения. Метод моментов.**

Метод моментов точечной оценки неизвестных параметров заданного распределения. Закон больших чисел. Исправленное выборочное среднее квадратическое отклонение. Точечная оценка параметра экспоненциального распределения. Точечные оценки параметров равномерного распределения.

#### **Тема 3.6. Интервальные оценки параметров нормально распределенной случайной величины.**

Оценка математического ожидания генеральной совокупности, распределенной по нормальному закону. Оценка среднеквадратического отклонения генеральной совокупности нормально распределенной случайной величины. Проверка критерием Пирсона основной гипотезы распределения генеральной совокупности по нормальному закону. Проверка гипотезы о виде распределения критерием согласия Колмогорова. Эмпирическая функция распределения.

### **Раздел 4. ЭЛЕМЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА.**

#### **Тема 4.1. Числовые характеристики. Корреляционная таблица.**

Вариационный ряд для случайной величины. Безусловный закон распределения частот выборки. Безусловная выборочная средняя. Эмпирическая кривая регрессии. Корреляционная таблица. Вспомогательная корреляционная таблица.

#### **Тема 4.2. Выборочный коэффициент корреляции и проверка гипотезы о его значимости.**

Коэффициент корреляции и его свойства. Линейная корреляционная связь. Выборочный коэффициент корреляции. Корреляционные поля с различными

выборочными коэффициентами корреляции. Значимость выборочного коэффициента корреляции.

#### **Тема 4.3. Уравнение прямой регрессии.**

Уравнение линейной регрессии. Выборочное уравнение прямой линии регрессии. Эмпирические и теоретические линии регрессии. Статистические законы распределения частот выборки. Корреляционное поле и графики теоретических линий регрессии.

### **Раздел 5. МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ.**

#### **Тема 5.1. Факторный анализ.**

Представление о многомерном пространстве и размерности. Многомерные распределения случайных событий. Многомерный параметрический анализ: метод главных компонент, многомерный факторный анализ.

Задачи и возможности факторного анализа. Условия применения факторного анализа. Процедура вращения. Выделение и интерпретация факторов. Метод главных компонент. Корреляционный анализ. Метод максимального правдоподобия.

Многомерный параметрический и непараметрический факторный анализ: метризация пространства и меры расстояния, многомерное непараметрическое шкалирование.

#### **Тема 5.2. Кластерный анализ.**

Количественные методы классификации (кластер-анализ). Общие представления о классификации. Формальные основания для классификации.

Задачи и условия использования. Типы входных данных. Цели кластеризации. Методы кластеризации. Формальная постановка задачи кластеризации. Применение кластерного анализа.

Кластерный анализ: дерево кластеров, методы построения деревьев, эллипсоиды средних, дистанции.

#### **Тема 5.3. Дискриминантный анализ.**

Дискриминантный анализ, основные понятия и особенности. Виды дискриминантного анализа. Линейный дискриминант Фишера. Канонический дискриминантный анализ. Таблицы результатов.

Графическое отображение полученных результатов анализа. Логистическая регрессия. Дерево решений. Применение кластерного анализа.

### **5. Образовательные технологии**

В ходе освоения дисциплины «Основы статистического анализа в научных исследованиях» при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии:

1. Технология развития критического мышления реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

1.1. *Проблемные лекции*, которые предполагают диалоговый тип лекционного преподавания, предметом которого выступает вводимый лектором материал и система познавательных задач, отражающих основное содержание темы. В виде проблемных лекций реализуется темы 2.1, 4.1, 3.1, 5.1, 5.2, 5.3.

1.2. *Семинары-круглые столы*, в ходе которых происходит групповое обсуждение аспирантами учебной проблемы под руководством преподавателя. В ходе проведения круглого стола аспиранты приобретают навыки устного изложения заранее подготовленного материала, умение выслушивать коллег-сокурсников, делать заключения. В виде семинаров-круглых столов реализуются темы 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 4.2, 5.1.

1.3. *Семинары-дискуссии*, в ходе которых обсуждается проблемная ситуация, поставленная преподавателем, а аспиранты защищают различные точки зрения на поставленную проблему. В ходе проведения дискуссии аспиранты приобретают умение излагать и аргументировано отстаивать точку зрения, обоснованно критиковать

оппонентов, сопоставлять различные подходы к решению проблемной ситуации, делать выводы. В виде семинаров-дискуссий реализуются темы 2.3, 2.4, 5.2, 5.3.

2. Медиатехнология реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

2.1. *Проблемные лекции*, в ходе которых используются презентации, выполненные в среде Power-Point, и содержащие иллюстрации приводимых положений, видео-фрагменты, элементы работы математических моделей – симуляций экологических закономерностей. В виде проблемных лекций с использованием медиатехнологий реализуется темы 2.1, 4.1, 3.6, 5.1, 5.2, 5.3.

2.2. *Семинары-круглые столы*, в ходе которых аспиранты делают краткие сообщения по рассматриваемой проблематике с использованием презентации. В результате использования этой технологии аспиранты учатся лаконично и ярко представлять информацию в аудитории. В виде семинаров-круглых столов с использованием медиатехнологий реализуются темы 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1.

3. Кейс-технология реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

3.1. *Семинары-дискуссии*, в ходе которых в качестве одной из технологий используются такие приемы как мозговой штурм и дебаты. Мозговой штурм позволяет, используя групповую форму работы смоделировать процесс получения абсолютно новых для аспирантов знаний. Дебаты позволяют сопоставлять существующие в экологии сообществ и экосистем противоположные подходы для решения одной и той же проблемы. В виде семинаров-дискуссий с использованием кейс-технологий реализуются темы 3.5, 5.1, 5.2, 5.3.

При организации самостоятельной работы используются следующие технологии:

1. Технология систематизации имеющейся информации (работа с конспектом лекции для подготовки к экзамену; темы 1.1 – 5.3)

2. Технология поиска и сбора новой информации (работа на компьютере с целью поиска информации в базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к семинарам: темы 5.1 – 5.3);

3. Технология анализа и представления новой информации (работа по подготовке устных сообщений на семинарах-круглых столах (темы 1.1, 1.2, 2.3, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 5.2, 5.3), по подготовке для выступлений презентациями на семинарах-дискуссиях (темы 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.5, 3.6, 4.3, 5.1), по подготовке к зачёту).

В целях реализации индивидуального подхода к обучению аспирантов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы с аспирантами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций.

Организация изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии со следующими документами:

1. Ст.79, 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

2. Раздел IV, п.п. 46-51 приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

3. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А. А. Климовым

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.  
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,  
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**6.1. План самостоятельной работы аспирантов**

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов оч./заоч.
1	Методические основы планирования и проведения научно-практического исследования	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 1, 3, 5 доп: 4, 5, 7	0/3
2	Применение статистического анализа в биологических и экологических исследованиях	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 2, 5 доп: 4, 5, 7	8/3
3	Выборочные оценки. Расчет описательных показателей	<i>Подготовка к семинару-дискуссии</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 7	0/4
4	Сравнительные критерии. Доверительные интервалы	<i>Подготовка к семинару-дискуссии</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 7	9/3
5	Сравнение двух групп: критерий Стьюдента	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 7	0/2
6	Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 1, 2, 4 доп: 2, 3	3/2
7	Вариационный ряд	<i>Подготовка к семинару-дискуссии</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 1, 2, 4 доп: 2, 3	0/2
8	Эмпирическая функция распределения	<i>Подготовка к семинару-дискуссии</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 1, 2, 4 доп: 2, 3, 8	0/2
9	Полигон и гистограмма	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 1, 2, 4 доп: 2, 3, 8	2/2
10	Числовые характеристики статистического	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 7	2/3

	распределения		семинара		
11	Точечные оценки параметров распределения. Метод моментов	<i>Подготовка к семинару-дискуссии</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 6, 7	0/3
12	Интервальные оценки параметров нормально распределенной случайной величины	<i>Подготовка к семинару-дискуссии</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 7	8/3
13	Числовые характеристики. Корреляционная таблица	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 7	0/4
14	Выборочный коэффициент корреляции и проверка гипотезы о его значимости	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 9	5/3
15	Уравнение прямой регрессии	<i>Подготовка к семинару-дискуссии</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 7, 8	5/3
16	Факторный анализ	<i>Подготовка к семинару-дискуссии</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 7	0/4
17	Кластерный анализ	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 3, 5, 6 доп: 4, 5, 9	12/4
18	Дискриминантный анализ	<i>Подготовка к семинару-круглому столу</i>	Подготовиться к обсуждению вопросов семинара	осн: 1, 2, 4 доп: 2, 3, 8	0/4

## **6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы аспирантов**

Самостоятельная работа аспирантов – это самостоятельное изучение учебной, научной литературы по темам программы, работа с другими, в том числе электронными источниками информации, подготовка к практическим занятиям, семинарам-круглым столам и семинарам-дискуссиям.

## **6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний**

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Собеседование	Разделы 1 – 5	ОПК-1, УК-1, УК-3, ПК-3

### **Вопросы для собеседования:**

#### **Тема 1.1. Методические основы планирования и проведения научно-практического исследования.**

1. Системный анализ. Условия для проведения системного анализа.
2. Виды систем и типы взаимодействия подсистем.
3. Методы системного анализа в зависимости от содержания.
4. Методы системного анализа в зависимости от цели.
5. Характеристика этапов научного исследования.
6. Основные виды ошибок научного исследования.

#### **Тема 1.2. Применение статистического анализа в биологических и экологических исследованиях.**

1. Применение математических и статистических процедур в биологических и экологических исследованиях.
2. Теоретико-множественные и комбинаторные основания в экологии.
3. Простейшая модель случайного процесса. Нормальное распределение.
4. Параметрический и непараметрический анализ данных.
5. Статистические и математические компьютерные программы.

#### **Тема 2.1. Выборочные оценки. Расчет описательных выборочных показателей.**

1. Понятие выборочных оценок.
2. Выборочное среднее. Выборочное стандартное отклонение.
3. Точность выборочной оценки генеральной совокупности.
4. Подготовка выборок к анализу.
5. Интерпретация полученной описательной статистической информации.
6. Расчет описательных выборочных показателей. Возможные ошибки и методы их предотвращения.

#### **Тема 2.2. Сравнительные критерии. Доверительные интервалы.**

1. Параметрические критерии и условия их применимости.
2. Непараметрические критерии и условия их применимости.
3. Суть применения доверительных интервалов.
4. Доверительный интервал для разности средних.
5. Проверка гипотез с помощью доверительных интервалов.
6. Доверительные интервалы для среднего, доли и разности долей.

#### **Тема 2.3. Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.**

1. Принцип метода сравнения выборок по Стьюденту.
2. Стандартное отклонение разности средних.
3. Расчет критерия Стьюдента ( $t$ ). Критическое значение  $t$ -критерия.
4. Ошибки в использовании критерия Стьюдента.
5. Критерий Стьюдента для множественных сравнений.

#### **Тема 2.4. Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ.**

1. Случайные выборки из нормально распределенной совокупности.
2. Внутригрупповая дисперсия.
3. Межгрупповая дисперсия.
4. Расчет критерия Фишера ( $F$ ).
5. Критическое значение  $F$ -критерия.

#### **Тема 3.1. Вариационный ряд.**

1. Определение закона распределения случайной величины.

2. Случайный отбор и генеральная совокупность.
3. Выборка, объем выборки, репрезентативная выборка.
4. Интервальный вариационный ряд.
5. Дискретный вариационный ряд.
6. Способы группировки данных.

### **Тема 3.2. Эмпирическая функция распределения.**

1. Нахождения эмпирической функции распределения выборки.
2. Свойства нахождения эмпирической функции распределения выборки.
3. Накопленные относительные частоты  $n(x_i)$ .
4. Распределение относительных частот.
5. Относительные частоты попадания случайной величины в  $i$ -тый интервал.

### **Тема 3.3. Полигон и гистограмма.**

1. Полигон частот и полигон относительных частот.
2. Гистограмма частот и гистограмма относительных частот.
3. Неизвестная функция плотности вероятности генеральной совокупности  $f(x)$ .
4. Гипотеза о виде распределения генеральной совокупности.
5. Оценка неизвестной плотности вероятностей.

### **Тема 3.4. Числовые характеристики статистического распределения.**

1. Статистическое распределение.
2. Выборочная средняя.
3. Выборочная дисперсия.
4. Характеристика рассеяния значений признака выборочной совокупности вокруг своего среднего значения.
5. Выборочное среднее квадратическое отклонение.

### **Тема 3.5. Точечные оценки параметров распределения. Метод моментов.**

1. Метод моментов точечной оценки неизвестных параметров заданного распределения.
2. Закон больших чисел.
3. Исправленное выборочное среднее квадратическое отклонение.
4. Точечная оценка параметра экспоненциального распределения.
5. Точечные оценки параметров равномерного распределения.

### **Тема 3.6. Интервальные оценки параметров нормально распределенной случайной величины.**

1. Оценка математического ожидания генеральной совокупности, распределенной по нормальному закону.
2. Оценка среднеквадратического отклонения генеральной совокупности нормально распределенной случайной величины.
3. Проверка критерием Пирсона основной гипотезы распределения генеральной совокупности по нормальному закону.
4. Проверка гипотезы о виде распределения критерием согласия Колмогорова.
5. Эмпирическая функция распределения.

### **Тема 4.1. Числовые характеристики. Корреляционная таблица.**

1. Вариационный ряд для случайной величины.
2. Безусловный закон распределения частот выборки.
3. Безусловная выборочная средняя.
4. Эмпирическая кривая регрессии.



5. Корреляционная таблица. Вспомогательная корреляционная таблица.

**Тема 4.2. Выборочный коэффициент корреляции и проверка гипотезы о его значимости.**

1. Коэффициент корреляции и его свойства.
2. Линейная корреляционная связь.
3. Выборочный коэффициент корреляции.
4. Корреляционные поля с различными выборочными коэффициентами корреляции.
5. Значимость выборочного коэффициента корреляции.

**Тема 4.3. Уравнение прямой регрессии.**

1. Уравнение линейной регрессии.
2. Выборочное уравнение прямой линии регрессии.
3. Эмпирические и теоретические линии регрессии.
4. Статистические законы распределения частот выборки.
5. Корреляционное поле и графики теоретических линий регрессии.

**Тема 5.1. Факторный анализ.**

1. Задачи и возможности факторного анализа.
2. Условия применения факторного анализа.
3. Процедура вращения. Выделение и интерпретация факторов.
4. Метод главных компонент.
5. Корреляционный анализ.
6. Метод максимального правдоподобия.
7. Многомерный параметрический и непараметрический факторный анализ.

**Тема 5.2. Кластерный анализ.**

1. Задачи и условия использования.
2. Типы входных данных.
3. Цели кластеризации.
4. Методы кластеризации.
5. Формальная постановка задачи кластеризации.
6. Применение кластерного анализа.

**Тема 5.3. Дискриминантный анализ.**

1. Линейный дискриминант Фишера.
2. Канонический дискриминантный анализ.
3. Логистическая регрессия.
4. Дерево решений.
5. Применение кластерного анализа.

**Примерный перечень вопросов и заданий к зачёту**

1. Системный анализ. Условия для проведения системного анализа.
2. Виды систем и типы взаимодействия подсистем.
3. Методы системного анализа в зависимости от цели и содержания.
4. Характеристика этапов научного исследования. Основные виды ошибок научного исследования.
5. Применение математических и статистических процедур в биологических и экологических исследованиях.
6. Теоретико-множественные и комбинаторные основания в экологии.
7. Простейшая модель случайного процесса. Нормальное распределение.

8. Параметрический и непараметрический анализ данных.
9. Статистические и математические компьютерные программы.
10. Понятие выборочных оценок. Закон распределения случайной величины.
11. Выборка, объем выборки, репрезентативная выборка. Случайный отбор и генеральная совокупность.
12. Интервальный и дискретный вариационные ряды.
13. Свойства нахождения эмпирической функции распределения выборки.
14. Полигон и гистограмма частот (относительных частот).
15. Гипотеза о виде распределения генеральной совокупности.
16. Оценка неизвестной плотности вероятностей.
17. Статистическое распределение.
18. Выборочная средняя и выборочная дисперсия.
19. Характеристика рассеяния значений признака выборочной совокупности вокруг своего среднего значения. Выборочный коэффициент корреляции
20. Коэффициент корреляции и его свойства. Линейная корреляционная связь.
21. Корреляционные поля с различными выборочными коэффициентами корреляции.
22. Статистические законы распределения частот выборки.
23. Задачи и возможности факторного анализа. Условия применения факторного анализа.
24. Процедура вращения. Выделение и интерпретация факторов.
25. Метод главных компонент. Метод максимального правдоподобия
26. Корреляционный анализ.
27. Многомерный параметрический и непараметрический факторный анализ.
28. Выборочное среднее квадратическое отклонение.
29. Метод моментов точечной оценки неизвестных параметров заданного распределения. Закон больших чисел.
30. Точечная оценка параметра экспоненциального и равномерного распределений.
31. Выборочное среднее. Выборочное стандартное отклонение.
32. Расчет описательных выборочных показателей. Возможные ошибки и методы их предотвращения.
33. Параметрические и непараметрические критерии, условия их применимости.
34. Доверительный интервал для разности средних. Проверка гипотез с помощью доверительных интервалов.
35. Принцип метода сравнения выборок по Стьюденту. Стандартное отклонение разности средних.
36. Расчет критерия Стьюдента ( $t$ ). Критическое значение  $t$ -критерия.
37. Ошибки в использовании критерия Стьюдента. Критерий Стьюдента для множественных сравнений.
38. Внутригрупповая дисперсия.
39. Межгрупповая дисперсия.
40. Расчет критерия Фишера ( $F$ ). Критическое значение  $F$ -критерия.
41. Задачи и условия использования. Типы входных данных.
42. Цели и методы кластеризации.
43. Формальная постановка задачи кластеризации.
44. Проверка критерием Пирсона основной гипотезы распределения генеральной совокупности по нормальному закону.
45. Проверка гипотезы о виде распределения критерием согласия Колмогорова.
46. Эмпирическая функция распределения.
47. Линейный дискриминант Фишера.
48. Канонический дискриминантный анализ. Логистическая регрессия.
49. Дерево решений. Применение кластерного анализа.

50. Безусловный закон распределения частот выборки и безусловная выборочная средняя.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература:**

1. Волкова П.А., Шипунов А.Б. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах. - М.: Экспресс, 2008. - 60 с.  
<http://window.edu.ru/resource/796/65796/files/cbook.pdf>
2. Кабанов С.В. Использование пакета Statistica 5.0 для статистической обработки опытных данных: Методические указания для дипломного проектирования. Саратов. гос. агр. ун-т. Саратов, 2000. с. <http://window.edu.ru/resource/931/23931/files/mu.pdf>
3. Малков П.Ю. Количественный анализ биологических данных: Учебное пособие. - Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2005. - 71 с.  
<http://window.edu.ru/resource/280/66280/files/malkov.pdf>
4. Статистический анализ данных в MS Excel: Учебное пособие / А.Ю. Козлов, В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 320 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=238654>

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 400 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=397222>
2. Критерии проверки отклонения распределения от нормального закона. Руководство по применению / Б.Ю. Лемешко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 160 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=483847>
3. Критерии проверки отклонения распределения от равномерного закона. Руководство по применению: монография/Б.Ю.Лемешко, П.Ю.Блинов - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 183 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=509402>
4. Непараметрические критерии согласия: Руководство по применению / Б.Ю. Лемешко; Министерство образования и науки Российской Федерации. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 163 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=465514>
5. Роговая О.Г. Экологическое моделирование: практика: учеб.-метод. пос. для вузов. - СПб: ООО "Кн. Дом", 2007. - 104 с. (Библиотека ПГУ)
6. Математические методы анализа дискретных структур генетического кода / Гупал В.М. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 334 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=516085>
7. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: Учебное пособие / Мешалкин В.П., Бутусов О.Б., Гнаук А.Г. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 357 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=560753>
8. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход / Б.Ю. Лемешко, С.Б. Лемешко, С.Н. Постовалов и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 890 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=515227>

### **7.3. Интернет-ресурсы**

1. Анализ данных и компьютерные методы в биологических исследованиях  
[http://vertebrata.bio.msu.ru/html/data\\_analysis\\_rus.html](http://vertebrata.bio.msu.ru/html/data_analysis_rus.html)
2. Ризниченко Г.Ю. Введение в математическую биологию <http://mathbio.ru/basic/>
3. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии  
<http://www.library.biophys.msu.ru/LectMB/>
4. Статистика в медико-биологических исследованиях

- <http://www.medstatistica.com/articles.html>
5. Сайт компании StatSoft <http://www.statsoft.ru/>
  6. Сайты, посвященные анализу данных и статистике  
<http://bioinformatics.ru/Ssylki/Analiz-dannykh-i-statistika.html>
  7. Учебники и монографии по математической биологии <http://mathbio.ru/author/books/>
  8. Электронный журнал «Биометрика»: <http://www.biometrika.tomsk.ru/index.htm>
  9. StatBase - бесплатная программа для статистических расчетов (версия 2.5.4)  
<http://bioinformatics.ru/Services/statbase.html>

#### **7.4. Программное обеспечение:**

Антивирус Касперского, Open Office; Mozilla Firefox; Google Chrome; Adobe Acrobat Reader, статистические программы Systat, NCSS, SPSS.

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная лаборатория (ауд. 15-101), мультимедийная система стационарная (мультимедийный проектор, экран, компьютер). Электронные презентации по теме курса в формате программных приложений MS Office Power Point и MS Office Word. Демонстрация ресурсов Интернет (избранных сайтов) по теме лекций и практических занятий, необходим браузер MS Internet Explorer 6.0 и выше.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год  
и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			заменен- ных	новых	аннулиро- ванных
2016 - 2017	Пр. №1 от 02.09.2016 <i>СМ</i>	Переутверждение программы	нет	нет	нет
2017 - 2018	Пр. №1 от 31.08.2017 <i>СМ</i>	Замена списка литературы	19-20	нет	нет