



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Факультет агрономии и биотехнологии  
Кафедра земледелия и методики опытного дела

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по науке  
и инновационному развитию  
С.Л. Белопухов  
“ 10 ” Октября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.03 СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ В АГРОФИЗИКЕ**

для подготовки кадров высшей квалификации  
ФГОС ВО

Направление подготовки: 35.06.01 Сельское хозяйство

Направленность программ: Агрофизика

Год обучения 2

Семестр обучения 3

Язык преподавания русский

Москва, 2018

Автор рабочей программы:  
Усманов Р.Р., доцент, канд.с.х. наук

«28» 06 2018 г.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Блока I «Дисциплины (модули)» Б1.В.03 «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» аспирантам очной формы обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 35.06.01 *Сельское хозяйство*, утвержденного приказом Министерства образования и науки России от 18.08.2014 г. № 1017 и зарегистрированного в Минюсте России 01.09.2014 г. №33917

Программа обсуждена на заседании кафедры земледелия и методики опытного дела

« 30 » 08 2018г., протокол № 13

Зав. кафедрой Мазиров М.А., профессор, доктор биол. наук



Рецензент Лазарев Н.Н., д-р, с.-х. наук, профессор



### Проверено:

Начальник учебно-методического отдела  
Управления подготовки  
кадров высшей квалификации



С.А. Дикарева

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>6</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>7</b>
<b>4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>7</b>
<b>5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ.....</b>	<b>9</b>
<b>6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ.....</b>	<b>9</b>
<b>7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.....</b>	<b>9</b>
7.1 Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по видам работ.....	9
7.2 Содержание дисциплины.....	10
7.3 Образовательные технологии.....	11
7.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля).....	12
7.5 Контрольные работы /рефераты.....	12
<b>8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....</b>	<b>12</b>
<b>9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....</b>	<b>13</b>
9.1 Перечень основной литературы.....	13
9.2 Перечень дополнительной литературы.....	13
9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	13
9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса.....	13
9.5 Описание материально-технической базы.....	14
9.5.1 Требования к аудиториям.....	14
9.5.2 Требования к специализированному оборудованию.....	14
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ПО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>14</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>15</b>

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство», программе аспирантуры 06.01.03 – «Агрофизика».

**Цель изучения дисциплины** – достижение аспирантами уровня компетентности самостоятельного планирования системы отбора проб, выполнения статистической обработки, интерпретации и визуализации результатов с использованием специализированных пакетов прикладных программ.

**Содержание курса.** В ходе изучения дисциплины (модуля) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» в системе сельскохозяйственных наук аспиранты изучают основы гауссовой статистики и компьютерных технологий; расширяют и углубляют знания по истории и методологии одномерного и многомерного статистического описания, сравнительного оценивания агрономических явлений, включая методы геостатистики; приобретают навыки работы со специализированными пакетами прикладных программ.

**Общая трудоемкость** учебной дисциплины (модуль) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» составляет 3 зачетных ед., в объеме 108 часов.

**Контроль знаний** аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации. Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью приема индивидуальных заданий и оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме зачета.

**Ведущие преподаватели:** профессора и преподаватели кафедры земледелия и методики опытного дела.

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью изучения дисциплины (модуля) «Б1.В.03 Статистические методы обработки экспериментальных данных в исследованиях по общему

земледелию и растениеводству» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области планирования систем опробования, статистической обработки, интерпретации и визуализации результатов агрофизических исследований с применением пакетов программ STATISTICA, STATGRAPHICS.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у аспирантов представление о методологии экспериментального земледелия;

- подготовить аспирантов к применению полученных знаний для использования современных методов статистической обработки результатов экспериментального земледелия с использованием статистических пакетов прикладных программ;

- выполнения статистической обработки, интерпретации и визуализации результатов с использованием специализированных пакетов прикладных программ STATISTICA.

- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области агрономии и педагогической – в области высшего аграрного образования.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертационной работы по специальности 06.01.01– «Агрофизика».

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП**

### **Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).**

Дисциплина (модуль) Б1.В.О3 «Статистические методы обработки экспериментальных данных в исследованиях по общему земледелию и растениеводству» включена в перечень ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в Блок 1 «Дисциплины (модули)» вариативной части. Реализация в дисциплине «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» требований ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), ОПОП ВО и Учебного плана по программе аспирантуры, решений учебно-методической комиссии и Ученого совета факультета, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать следующее знание научных разделов:

инструментальные методы исследований; инновационные технологии в агрономии; основы теории и методологии научно-технического творчества; организация научных исследований по агрофизике, земледелию, растениеводству и защите растений; методы системных исследований, информатика.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина являются: общее земледелие, растениеводство, ресурсосберегающие технологии в земледелии и защита растений, биоинформатика.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности и написании научно-квалификационной работы (диссертации) по научной специальности 06.01.03 – «Агрофизика».

Дисциплина является основополагающей (для специальной дисциплины) в учебном плане подготовки аспирантов по направлению подготовки 35.06.01 *Сельское хозяйство*, программе аспирантуры Агрофизика.

Особенностью учебной дисциплины (модуля) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний по планированию, закладке, проведению, анализу и статистической обработке результатов различных экспериментов в общем земледелии и растениеводстве с использованием пакетов прикладных программ.

### **3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 3 зачетных единиц, 108 часов, из которых 8,25 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (4 час. занятия лекционного типа, 4 – практических занятий, 0,25 – зачет), 99,75 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (из них 9 – подготовка к зачету).

### **4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

#### **Планируемые результаты обучения по дисциплине соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры**

Освоение учебной дисциплины (модуля) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» направлено на формирование у аспирантов компетенций, представленных в таблице 1.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью защиты выполненных работ, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – зачет.

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Код компетенции	Содержание формируемых компетенций	В результате изучения дисциплины (модуля) обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	– методы критического анализа и оценки современных научных достижений	– пользоваться современной научно-технической информацией по исследуемым проблемам и задачам; – отбирать и анализировать необходимую информацию для планирования и проведения исследований в агрофизике	–навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач в области агрофизики
2.	УК-4	готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	– современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	– использовать современные ППП для статистического обработки результатов научных исследований в средствах научной коммуникации	– современными формами и средствами формальной и неформальной научной коммуникации
3.	ОПК-1	владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, агрофизики	– методы статистической обработки экспериментальных данных в агрофизике; – методы проверки гипотез результатов научных исследований на основе дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов.	– планировать схему эксперимента и программу наблюдений и учетов; – вычислять и использовать для анализа статистические показатели с целью выбора лучших вариантов опыта; – определять количественную зависимость между изучаемыми	– способностью проводить статистическую обработку результатов научных исследований, обобщать и формулировать выводы; – методологическими основами научного познания

				признаками;	
4.	ОПК-2	владением культурой научного исследования в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, агрофизики с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	– основы применения ЭВМ в опытном деле для планирования и статистической обработки экспериментальных данных;	– уметь пользоваться современными пакетами прикладных статистических пакетов для статистической обработки полученных опытных данных	– навыками и знаниями по применению пакетов прикладных статистических пакетов



## **5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия**

### **Владение основами научных исследований в агрономии, базовыми методами статистики и компьютерной грамотности:**

1. *Сущность научного исследования и его виды.*
2. *Общие принципы и этапы планирования эксперимента.*
3. *Планирование схем однофакторных и многофакторных опытов и требования к ним.*
4. *Табличный процессор общего назначения Excel – для определения простых статистик.*
5. *Создание структуры данных для работы с пакетами. Электронные таблицы с исходными данными.*
6. *Анализ одной переменной: среднее, медиана, мода, среднее геометрическое, дисперсия, стандартное отклонение, стандартная ошибка, минимум, максимум, размах, квартили, асимметрия, эксцесс.*
7. *Проверка гипотез о среднем и медиане, нормальное распределение и его графика, гистограмма, диаграмма рассеивания.*
8. *Анализ нескольких переменных: суммарные статистики, доверительные интервалы, корреляция, ковариация, диаграммы.*
9. *Эмпирические и теоретические распределения.*
10. *Статистические методы проверки гипотез.*
11. *Графики распределений: нормальное, экспоненциальное, частотные диаграммы. Проверка на нормальность.*
12. *Функции распределения: плотность, распределение кумуляты.*
13. *Критерий хи-квадрат и его применение.*
14. *Сравнение двух выборок: сравнение средних, доверительные интервалы, сравнение стандартных отклонений, отклонение дисперсии, сравнение медиан.*
15. *Сравнение нескольких выборок. Таблица дисперсионного анализа: сумма квадратов, средний квадрат, F-отношение.*
16. *Однофакторный дисперсионный анализ. Таблица дисперсионного анализа и графики средних с отклонениями.*
17. *Дисперсионный анализ. Схемы (модели) дисперсионного анализа результатов однофакторных и многофакторных вегетационных и полевых опытов.*
18. *Корреляционно-регрессионный анализ.*
19. *Модели простой регрессии: линейная, экспоненциальная*
20. *Анализ дисперсии регрессии: коэффициенты корреляции, R-квадрат, стандартная ошибка оценки.*
21. *Графическое отображение регрессионной модели, анализ остатков, описание и доверительные интервалы.*

## 6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 7. Содержание дисциплины, виды учебных занятий и формы их проведения.

#### 7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>0,23</b>	<b>8,25</b>
Лекции (Л)	0,11	4
Практические занятия (ПЗ), в т.ч. контактная работа в период аттестации)	0,12	4,25
<b>Самостоятельная работа (СРА)<sup>1</sup></b>	<b>2,77</b>	<b>99,75</b>
в том числе:		
самоподготовка к текущему контролю знаний	2,52	90,75
Вид контроля:		
Зачет	0,25	9

<sup>1</sup> Оставить только те виды учебной работы, которые включены в СРА по дисциплине

## 7.2. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3

### Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Практические занятия	
Раздел I. Программно-статистический инструментарий для обработки экспериментальных данных в агрономии	12			12
Тема 1.1. Применение ЭВМ в опытном деле	4			4
Тема 1.2. Пакеты прикладных программ для статистической обработки экспериментальных данных в агрономии	8			8
Раздел II. Статистическая обработка, интерпретация и визуализация результатов агрономических исследований с применением пакетов программ <i>EXCEL, STATISTICA, STATGRAPHICS</i>	95,75	4	4	87,75
Тема 2.1. Статистическая оценка данных наблюдений и анализов в агрономии. Применение программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS) для описательной статистики	15		1	14
Тема 2.2. Статистические методы проверки гипотез. Применение программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS) для проверки гипотез	17	1		16
Тема 2.3. Дисперсионный анализ данных однофакторных и многофакторных экспериментов. Примеры с использованием программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA,	22	1	1	20

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Практические занятия	
STATGRAPHICS)				
Тема 2.4. Корреляционно-регрессионный анализ в экспериментальной агрономии. Применение программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS) для проведения корреляционно-регрессионного анализа	22	1	1	20
Тема 2.5. Основы современных методов статистической обработки данных (факторный, кластерный анализы, геостатистика)	19,75	1	1	17,75
Контактная работа в период аттестации	0,25		0,25	
<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>4,25</b>	<b>99,75</b>

**Содержание дисциплины (модуля)  
Лекционные занятия**

**Раздел II. Статистическая обработка результатов агрономических исследований с применением пакетов прикладных программ**

**Тема 2.2. Статистические методы проверки гипотез**

1. Оценка существенности разности средних на основе параметрических критериев.
2. Оценка существенности разности на основе непараметрических критериев.

**Тема 2.3. Дисперсионный анализ результатов однофакторных и многофакторных экспериментов**

1. Схемы (модели) дисперсионного анализа различных экспериментов в агрономии.
2. Дисперсионный анализ данных с неоднородными выборками.

3. Дисперсионный анализ данных многосборовых культур и многолетних экспериментов.

**Тема 2.4. Корреляционно-регрессионный анализ в экспериментальной агрономии**

1. Использование корреляционно-регрессионного анализа для моделирования условий эксперимента.

2. Нелинейная и множественная корреляция и регрессия.

3. Использование ковариационного анализа для уточнения условий эксперимента.

**Тема 2.5. Основы многомерных методов статистической обработки данных**

1. Основы факторного и кластерного анализов.

Таблица 4

**Содержание практических/семинарских занятий по дисциплине и контрольных мероприятий**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	№ и название практических/семинарских занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество академических часов
<b>Раздел II. Статистическая обработка результатов агрономических исследований с применением пакетов прикладных программ</b>				
1.	Тема 2.1. Статистическая оценка данных наблюдений и анализов в агрономии. Применение программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS) для описательной статистики	Определение основных статистических характеристик и характера распределения экспериментальных данных с применением ППП (STATISTICA, STATGRAPHICS).	Защита работы	1
2.	Тема 2.3. Дисперсионный анализ данных однофакторных и многофакторных экспериментов. Примеры с	Дисперсионный анализ данных многофакторного опыта, заложенного методом расщепленных делянок	Защита работы	1

	использованием программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS)			
3	Тема 2.4. Корреляционно-регрессионный анализ в экспериментальной агрономии. Применение программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS) для проведения корреляционно-регрессионного анализа	Корреляционный и регрессионный анализ нелинейной и множественной зависимости	Защита работы	1
4.	Тема 2.5. Основы современных методов статистической обработки данных (факторный, кластерный анализы, геостатистика)	Кластерный анализ	Защита работы	1
	<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>			4

### 7.3. Образовательные технологии

Таблица 5

#### Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1.	Тема 2.2. Статистические методы проверки гипотез. Применение статистических пакетов для проверки гипотез	Л	Разбор конкретных ситуаций	1
2.	Кластерный анализ	Л	Мозговой штурм	1
3.	Тема 2.3. Дисперсионный анализ данных однофакторных и многофакторных экспериментов. Примеры с использованием статистических пакетов	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций Компьютерная симуляция	1
4.	Тема 2.4. Корреляционно-регрессионный анализ в экспериментальной агрономии. Применение и статистических пакетов для проведения корреляционно-регрессионного анализа	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций Компьютерная симуляция	1
5.	Тема 2.5. Основы современных методов статистической обработки данных (факторный, кластерный анализы, геостатистика)	ПЗ	Мозговой штурм. Компьютерная симуляция	1
<b>Всего</b>				<b>5</b>

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 5 часов (62,50% от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

#### 7.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля)

Таблица 6

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Раздел 1</b> Программно-статистический инструментарий для обработки экспериментальных данных в агрономии			<b>12</b>
1.	Тема 1. Применение ЭВМ в опытном деле	Применение ЭВМ в опытном деле	4
2.	Тема 2. Пакеты прикладных программ для статистической обработки экспериментальных данных в агрономии	Универсальные (STATISTICA, STATGRAPHICS) и специализированные пакеты (STRAZ) прикладных программ для статистической обработки экспериментальных данных	8
<b>Раздел 2.</b> Статистическая обработка результатов агрономических исследований с применением пакетов прикладных программ			<b>87,75</b>
3.	Тема 1. Статистическая оценка данных наблюдений и анализов в агрономии. Применение статистических пакетов для описательной статистики	Анализ одной или нескольких переменных с помощью программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS). Эмпирические и теоретические распределения.	14
4.	Тема 2. Статистические методы проверки гипотез. Применение статистических пакетов для проверки гипотез	Статистические методы проверки гипотез. Сравнение двух выборок: сравнение средних, доверительные интервалы, сравнение стандартных отклонений, отклонение дисперсии, сравнение медиан Применение программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS) для проверки гипотез	16
5.	Тема 3.	Дисперсионный анализ данных с	20



№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	Дисперсионный анализ данных однофакторных и многофакторных экспериментов. Примеры с использованием статистических пакетов	неоднородными выборками, дисперсионный анализ данных многофакторных опытов. Множественные ранговые тесты: Тьюки HSD, Шеффе, Ньюмена-Кеулса, Дункана. Использование программ: EXCEL, STATISTICA, STATGRAPHICS и STRAZ для проведения дисперсионного анализа.	
6.	Тема 4. Корреляционно-регрессионный анализ в экспериментальной агрономии. Применение статистических пакетов для проведения корреляционно-регрессионного анализа	Модели простой и множественной регрессии: линейная, экспоненциальная, обратная Y, обратная X, логарифм X, логистическая, S-кривая. Оценка коэффициентов. Графическое отображение регрессионной модели, анализ остатков, оценка коэффициентов. Применение программы EXCEL и статистических пакетов (STATISTICA, STATGRAPHICS) для проведения корреляционно-регрессионного анализа	20
7.	Тема 5. Основы современных методов статистической обработки данных (факторный, кластерный анализы, геостатистика)	Многомерные методы обработки данных, основные требования. Метод главных компонент, представление, обработка и анализ данных. Кластерный анализ, представление данных, формы получения результатов расчета и способы анализа информации	17,75
<b>ВСЕГО</b>			<b>99,75</b>

## 8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине (модулю):

1. Методология научных исследований. Наблюдения и эксперимент.
2. Методы агрофизических исследований.
3. Информационные технологии экспериментального исследования.

4. Применение ЭВМ в агрономических исследованиях.
5. Обзор пакетов прикладных программа (ППП) для статистической обработки данных
6. Пакеты прикладных программ (ППП) для статистической обработки результатов агрофизических исследований.
7. Основные статистические пакеты (СП) прикладных программ (*EXCEL*, *STRAZ*, *STATGRAPHICS Plus for Windows*, *STATISTICA*) для планирования и обработки результатов экспериментов.
8. Статистический пакет общего назначения *STATISTICA* – для решения простых и сложных статистических задач с неограниченным числом переменных, создания базы данных и планирования экспериментов.
9. Статистический пакет общего назначения *STATGRAPHICS Plus for Windows* – для решения простых и сложных статистических задач с неограниченным числом переменных, создания базы данных и планирования экспериментов со статистическим консультантом.
10. Применение программы *EXCEL* и статистических пакетов (*STATISTICA*, *STATGRAPHICS*) для описательной статистики в агрономических исследованиях.
11. Применение программы *EXCEL* и статистических пакетов (*STATISTICA*, *STATGRAPHICS*) для проверки гипотез в агрономических исследованиях.
12. Использование программ: *EXCEL* *STATISTICA*, *STATGRAPHICS* и *STRAZ* для проведения дисперсионного анализа данных однофакторного опыта .
13. Использование программ: *EXCEL* *STATISTICA*, *STATGRAPHICS* и *STRAZ* для проведения дисперсионного анализа данных многофакторного опыта .
14. Дисперсионный анализ данных с неоднородными выборками, дисперсионный анализ данных многофакторных опытов.
15. Множественные ранговые тесты: Тьюки HSD, Шеффе, Ньюмена-Кеулса, Дункана.
16. Проверка основных предпосылок дисперсионного анализа (проверка гипотезы нормальности по критерию Тьюки и гипотезы однородности дисперсий по критерию Бартлетта).
17. Применение программы *EXCEL* и статистических пакетов (*STATISTICA*, *STATGRAPHICS*) для проведения корреляционно-регрессионного анализа
18. Графическое отображение регрессионной модели, анализ остатков, оценка коэффициентов.
19. Дисперсионный анализ данных многолетних опытов.
20. Дисперсионный анализ данных многофакторного полевого опыта, заложенного методом расщепленных делянок.
21. Корреляционно-регрессионный анализ в исследованиях по агрофизике.
22. Анализ дисперсии регрессии: коэффициенты корреляции, R-квадрат, стандартная ошибка оценки.
23. Графическое отображение регрессионной модели, анализ остатков, описание и доверительные интервалы.
24. Множественная регрессия, оценка коэффициентов.

25. Использование ковариационного анализа для планирования эксперимента.
26. Использование ковариационного анализа для уменьшения ошибки опыта.
27. Кластерный анализ, представление данных, формы получения результатов расчета и способы анализа информации.
28. Элементы анализа временных рядов, сглаживание и прогнозирование с помощью временных рядов.
29. Многомерные методы обработки данных, основные требования
30. Научные основы современных методов размещения вариантов в полевом опыте. Разместить 6 вариантов в 4-х кратной повторности методом рандомизированных повторений.
31. Латинский квадрат и латинский прямоугольник. Разместить 15 вариантов на участке с двухсторонним склоном.
32. Сущность метода расщепленных делянок. Схематический план трехфакторного полевого опыта  $2 \times 2 \times 3$ , заложенного методом расщепленных делянок в 2-х кратной повторности.
33. Основные этапы планирования полевого опыта.
34. Основные правила планирования схем опытов. Планирование схемы однофакторного и многофакторного опытов. Приведите пример схемы однофакторного опыта с количественной градацией изучаемых факторов.
35. Планирование схемы многофакторного опыта. Матрица ПФЭ  $2 \times 3 \times 4$ .
36. Документация и отчетность по полевому опыту.
37. Эмпирические и теоретические распределения. Закономерности кривой нормального распределения. Причины появления асимметричных кривых в агрономических исследованиях.
38. Генеральная совокупность и выборка. Определить объем выборки с ошибкой  $S_{\bar{x}} = 2 \text{ см}$ , если на основании предварительного осмотра высоты растений ячменя  $X_{max} = 120 \text{ см}$ ,  $X_{min} = 60 \text{ см}$ .
39. Методы проверки гипотез. Критерии существенности.
40. Нулевая гипотеза и статистические методы ее проверки. Определить существенность разности между средними, если  $\bar{x}_1 \pm S_{\bar{x}_1} = 20 \pm 1$ ,  $\bar{x}_2 \pm S_{\bar{x}_2} = 25 \pm 1,5$ ;  $t_{05} = 2,0$ .
41. Оценка существенности разности независимых и сопряженных (зависимых) выборок. Определить существенность разности между средними ( $d$ ), если  $d \pm Sd = 2,4 \pm 0,86$  при  $n_1=6$  и  $n_2=10$ .
42. Оценка существенности разности в сопряженных и независимых выборках. Существенны ли различия между средними:  $\bar{x}_1 = 47$ ,  $\bar{x}_2 = 45$ ,  $\bar{x}_3 = 50 \text{ ц/га}$ , если  $S_{\bar{x}} = 1 \text{ ц/га}$ ,  $t_{05} = 2,1$ .
43. По данным дисперсионного анализа полевого опыта, заложенного методом полной рандомизации ( $v = 5$ ,  $n=4$ ) суммы квадратов составили:  $CKO = 300$ ,  $CKV = 260$ . Проверьте нулевую гипотезу по критерию  $F$ .
44. В вегетационном опыте изучали пять вариантов ( $v=5$ ) в четырехкратной повторности ( $n=4$ ). На основании дисперсионного анализа определили:  $S_v^2$

- $= 100$ ,  $S_z^2 = 25$ . Проверьте нулевую гипотезу по критерию Фишера и рассчитайте  $HCP_{05}$ .
45. Дисперсионный анализ данных по определению агрофизических (агрохимических) свойств почвы в полевом опыте.
46. Существенен ли коэффициент корреляции, если  $r = 0,86$ ;  $S_r = 0,3$ ;  $n = 12$ .
47. Дисперсионный анализ опытов, заложенных методом организованных (рандомизированных) повторений. На основе дисперсионного анализа данных полевого ( $v = 6$ ,  $n=4$ ) суммы квадратов составили:  $CKO = 320$ ,  $CKV = 280$ ,  $CKП = 20$ . Рассчитайте  $HCP_{05}$
48. Применение корреляционного и регрессионного анализов в исследованиях по агрофизике. При определении корреляционной зависимости между пораженностью картофеля фитофторой и урожайностью получены следующие результаты  $r = - 0,78$ ;  $b_{yx} = - 5,4$  ц/га;  $S_r = 0,3$ ;  $n = 12$ . Опишите характер связи между признаками.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» проводится в соответствии с учебным планом на втором году обучения в третьем семестре в виде зачета период экзаменационной сессии.

Аспирант допускается к зачету после выполнения и сдачи всех практических работ. В случае наличия учебной задолженности аспирант отрабатывает пропущенные занятия в форме, предложенной преподавателем и представленной в настоящей программе.

**Критерии оценки знаний, умений, навыков на основе текущего и промежуточного контроля по курсу «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике»**  
Общее количество баллов

Таблица 7

Максимальная сумма баллов	Оценка в баллах	
	Не зачтено	Зачтено
100	менее 50	> 50

**Формы промежуточной аттестации по дисциплине: зачет.**

## 9. Ресурсное обеспечение

### 9.1. Перечень основной литературы:

1. Кирюшин Б.Д., Усманов Р.Р., Васильев И.П. Основы научных исследований в агрономии. СПб.: ООО «Квадро», 2013. – 408 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд-во «АЛЪЯНС», 2011.

3. Электронное руководство пользователей пакета Stata. URL: <http://www.ats.ucla.edu/stat/dae>
4. Кузнецов, И. Н. Научное исследование: Методика проведения и оформления. — М.: «Дашков и К», 2008.
5. В.А. Тихонов [и др.]. Основы научных исследований: теория и практика: учеб. пособие /— М.: Гелиос АРВ, 2006.
6. Муха В.Д. Агрочвоведение /В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха.- М.: КолосС, 2004. -528с.

## **9.2 Перечень дополнительной литературы:**

1. Буре В.М., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия. СПб: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007.— 384 с.
2. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. М.: Мир, 1981. — 256 с.
3. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. -М.: Изд-во МГУ, 1995. — 320 с.
4. Образцов А.С. Системный метод: применение в земледелии. М.: Агропромиздат, 1990. — 303 с.
5. Рожков В.А., Рожкова С.В. Почвенная информатика. -М.: Изд-во МГУ, 1993. — 189 с.

## **9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Для нахождения информации, размещенной в Интернете, чаще всего представленной в формате HTML помимо общепринятых «поисковиков» Rambler, Yandex, GOOGLE можно рекомендовать специальные информационно-поисковые системы:

GOOGLE Scholar – поисковая система по научной литературе;

ГЛОБОС – для прикладных научных исследований;

SciencT Tehnology – научная поисковая система;

Marh Search – специальная поисковая система по статистической обработке.

Agro Web России – БД для сбора и представления информации по сельскохозяйственным и научным учреждениям аграрного профиля;

БД AGRICOLA – международная база данных на сайте Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки РАСХН;

БД AGROS – крупнейшая документографическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений);

Агроакадемсеть – базы данных РАСХН.

Электронные адреса баз данных в области биотехнологии: Научная электронная библиотека (НЭБ) – [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

#### **9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы:**

Пакеты прикладных программ по статистике: STRAZ, STATISTICA, MS EXCEL, STATGRAPHICS Plus for Windows :

1. [www.statistica.ru](http://www.statistica.ru) – Статистический пакет «*STATISTICA*»
2. [www.statgraphics.com](http://www.statgraphics.com) – Статистический пакет «*STATGRAPHICS*»
3. [www.office.microsoft.com/ru-ru/excel/](http://www.office.microsoft.com/ru-ru/excel/) – *Microsoft Office Excel*

#### **9.5 Описание материально-технической базы.**

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» перечень материально-технического обеспечения включает аудиторию, оснащенную компьютерным классом. Все лекции проводятся с использованием мультимедийных средств, практические занятия – по индивидуальным заданиям с использованием справочных и нормативных материалов. В лекционной аудитории имеются мультимедийные средства, снабженные видеопроектором и настенным экраном.

Учебной базой для проведения научных исследований служат кафедра земледелия и методики опытного дела, полевая станция и Центр точного земледелия

##### **9.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» в лекционной аудитории имеются мультимедийные средства, снабженные видеопроектором и настенным экраном.

##### **9.5.2 Требования к специализированному оборудованию**

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных компьютерной техникой, оснащенных пакетами прикладных программ.

#### **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Основными видами аудиторной работы при изучении курса «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» являются лекционные и практические занятия, а также часы, предусмотренные учебным планом для контроля самостоятельной работы студентов.

На лекциях аспиранты получают самые необходимые данные, разъясняющие ключевые понятия и положения изучаемой темы, зачастую во

многим дополняющие учебники, иногда даже их заменяющие с учетом последних достижений науки. Активная работа аспирантов на лекциях предусматривает предельную мобилизацию внимания к излагаемому материалу, последовательное усвоение материала.

При изучении данной дисциплины большое внимание уделяется организации самостоятельной работы аспирантов.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

На лекции отводится 10 часов. Чтение всех лекций по данной дисциплине проводится с использованием мультимедийных презентаций. Презентация позволяет преподавателю четко структурировать материал лекции, экономить время, затрачиваемое на рисование на доске схем, написание формул и других сложных объектов, что дает возможность увеличить объем излагаемого материала. Кроме того, презентация позволяет иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, которые есть в учебном пособии, но и полноцветными фотографиями, рисунками, портретами ученых и т.д. Аспирантам предоставляется возможность копирования презентаций для самоподготовки.

Целесообразно использовать диалоговую форму ведения лекций с использованием элементов с решением практических задач, постановкой и решением проблемных задач и т.д.

При проведении практических занятий преподавателю рекомендуется не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач и выполнение практических заданий.

Контроль за усвоением теоретического материала лекций, практических занятий и самостоятельных заданий осуществляется преподавателями систематически в виде текущих контрольных работ, промежуточных тестов по каждому разделу, а также промежуточного контроля по учебной дисциплине в период экзаменационной сессии.

**Автор рабочей программы:**

Кандидат с.-х. наук, доцент Усманов Р.Р.



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине (модулю) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» ОПОП ВО по направлению подготовки

35.06.01 Сельское хозяйство по программе аспирантуры «Агрофизика»  
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Лазарев Николай Николаевич (далее по тексту рецензент), провел рецензию рабочей программы по дисциплине (модулю) «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство, по программе аспирантуры Агрофизика), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре земледелия и методики опытного дела (разработчик – к.с.-х.н., доцент Урманов Р.Р.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 августа 2014 г. № 1017 и зарегистрированного в Минюсте России 01.09.2014 № 33917.

2. Рабочая программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам, предъявляемых к рабочей программе дисциплины/практики в соответствии с Письмом Рособрнадзора от 17.04.2006 № 02-55-77ин/ак.

3. Представленная в Рабочей программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла Блок I «Дисциплины (модули)»

4. Представленные в Рабочей программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство и направлены на освоение выпускником видов профессиональной деятельности, закрепленных образовательным стандартом.

5. В соответствии с Рабочей программой за дисциплиной «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» закреплено 2 универсальных, 2 общепрофессиональных и 2 профессиональных компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

6. Результаты обучения, представленные в Рабочей программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

7. Содержание учебной дисциплины, представленной Рабочей программой, соответствует рекомендациям примерной рабочей программы дисциплины, рекомендуемой при реализации ФГОС ВО по направлениям подготовки в аспирантуре.

8. Общая трудоёмкость дисциплины «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» составляет 3 зачётные единицы (108 часов), что соответствует ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) для направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство.

9. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная дисциплина «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО (уровень подготовка



кадров высшей квалификации) и Учебного плана по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство и возможность дублирования в содержании отсутствует.

10. Представленная Рабочая программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

11. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы аспирантов, представленные в Рабочей программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство.

12. Представленные и описанные в Рабочей программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний аспирантов, предусмотренная Рабочей программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует примерной рабочей программе дисциплины, рекомендуемой для всех направлений подготовки, а также статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла Блока 1 «Дисциплины (модули)» ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство.

13. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 6 источников и дополнительной литературой – 4 наименований и соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство.

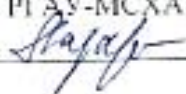
15. Материально-техническое обеспечение соответствует специфике дисциплины «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации аспирантам и методические рекомендации преподавателям дают представление о специфике обучения по дисциплине «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» и соответствуют требованиям Письма Рособриадзора от 17.04.2006 N 02-55-77ин/ак.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Статистические методы обработки экспериментальных данных в агрофизике» ОПОП ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство, по программе аспирантуры Агрофизика), разработанная к.с.-х.н., доцентом Р.Р. Усмановым, соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации), современным требованиям экономики и рынка труда, позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Лазарев Н.Н., д.с.-х.н., профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева



« 02 » <sup>(подпись)</sup> 07 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Управление подготовки и аттестации  
кадров высшей квалификации

*[Signature]*  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

**Лист актуализации  
рабочей программы дисциплины  
«Статистические методы обработки экспериментальных данных в  
агрофизике» и фонда оценочных средств по дисциплине на  
2020/2021 учебный год**

для подготовки кадров высшей квалификации  
по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство  
направленность программы: Агрофизика

Рабочая программа дисциплины «Статистические методы обработки  
экспериментальных данных в агрофизике» и Фонд оценочных средств не  
претерпели изменений, пересмотрены и одобрены на заседании кафедры  
земледелия и методики опытного дела

протокол от «22» 06 2020 г. № 17

Заведующий кафедрой *[Signature]* М.А. Мазиров

**СОГЛАСОВАНО:**

Председатель учебно-методической факультета агрономии и биотехнологии,  
доктор с.-х. наук, профессор *[Signature]* Н.Н. Лазарев

протокол заседания УМК от «14» 08 2020 г. № 16

Начальник учебно-методического отдела  
подготовки кадров высшей квалификации  
УПК ВК

*[Signature]* С.А. Дикарева