

Министерство образования, науки и молодежной политики Нижегородской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»
(ГБОУ ВО НГИЭУ)

Институт инженерный
Кафедра «Технический сервис»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УНИиПНПК
Н.В. Проваленова
«30» августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Методы обработки экспериментальных данных»

направление подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве

направленность (профиль) «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)»

уровень образования – высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Курс 2
Семестр 4
Форма обучения очная, заочная

г. Княгинино
2019 год

Пояснительная записка

Современные компьютерные информационные технологии расширили возможности моделирования, и сегодня трудно представить научно-исследовательскую и серьезную проектную деятельность без использования методологии современных средств построения и использования моделей. Использование методов теории планирования эксперимента позволяет снизить затраты энергии и увеличить производительность труда исследователя за счёт значительного сокращения количества опытов, а, следовательно, времени и средств на проведение эксперимента. Важное значение в планировании имеет анализ полученных экспериментальных данных и методы их обработки.

Дисциплина «Методы обработки экспериментальных данных» позволит аспирантам получить знания и представления об основных методах обработки статистической и экспериментальной информации, математическом описании протекающих процессов, проводить анализ полученных регрессионных моделей.

1. Требования к дисциплине

1.1. Внешние и внутренние требования

Дисциплина «Методы обработки экспериментальных данных» относится к вариативной части.

Реализация в дисциплине «Методы обработки экспериментальных данных» требований ФГОС ВО, ООП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (уровень подготовки кадров высшей квалификации) должна формировать следующие компетенции:

общепрофессиональные компетенции:

– способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-1).

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

– основные способы разработки математических моделей.

уметь:

– грамотно формулировать цель и задачи, решаемые в процессе проведения эксперимента;

– применять различные критерии согласия для проверки гипотез;

– правильно принимать решения и делать выводы относительно экспериментальных данных и условий их получения.

владеть:

– методами решения задач обработки экспериментальных данных;

– навыками анализа экспериментальных данных.

1.2. Место дисциплины в учебном процессе

Изучение данной дисциплины основано на знаниях математики и информатики. При изучении указанных предметов формируются «входные» знания,

умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных».

Дисциплина «Методы обработки экспериментальных данных» является основополагающей при выполнении научно-исследовательской деятельности и подготовке научно-квалификационной работы.

Контроль знаний проводится в форме текущего, рубежного и промежуточного контроля. Текущий контроль – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях при выполнении индивидуальных заданий. Рубежный контроль проводится после изучения отдельного раздела дисциплины в виде тестов. Промежуточный контроль проводится в форме итогового контроля – зачета.

2. Цели и задачи дисциплины.

Требования к результатам освоения дисциплины

Целью дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных» является изучение методов, используемых при обработке полученных экспериментальных данных, приобретение практических навыков обработки экспериментальных данных для получения математического описания систем

В задачи дисциплины входит:

- освещение принципов и методов обработки экспериментальных данных;
- обучение аспирантов разработке методов проведения эксперимента на основании технических требований или условий проведения эксперимента;
- обучение аспирантов составлению математических моделей и их интерпретации при помощи дисперсионного и регрессионного анализа.

3. Организационно-методические данные дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 108 часов, их распределение по видам работ и по семестрам представлено в табл. 1, 2.

Таблица 1

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для аспирантов очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	зач. ед.	час.	По семестрам
			4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Аудиторные занятия	1	36	36
Иные виды занятий (Коллоквиумы, консультации)	0,5	18	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	18
Самостоятельная работа (СРС)	2	72	72

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	зач. ед.	час.	По семестрам
			4
Вид контроля: зачет			*

Таблица 2

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для аспирантов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	зач. ед.	час.	По семестрам
			4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Аудиторные занятия	0,5	18	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	18
Самостоятельная работа (СРС)	2,5	90	90
Вид контроля: зачет			*

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Таблица 3

Дисциплина «Методы обработки экспериментальных данных»
Модуль 1 «Методы обработки экспериментальных данных»
Модуль 2 «Методы компьютерной обработки экспериментальных данных»

Таблица 4

Содержание модульной дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных»



4.2. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 5

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Форма обучения	Всего часов на модуль	Аудиторная Работа		Внеаудиторная работа (СРС)
			Коллоквиумы, консультации	ПЗ	
Модуль 1 Методы обработки экспериментальных данных	очная	74	12	-	62
	заочная	78	-	-	78
Модульная единица 1 Основы обработки экспериментальных данных	очная	14	2	-	12
	заочная	13	-	-	13
Модульная единица 2 Методы статистической обработки результатов	очная	12	2	-	10
	заочная	13	-	-	13
Модульная единица 3 Методы обработки результатов однофакторного эксперимента	очная	12	2	-	10
	заочная	13	-	-	13
Модульная единица 4 Методы обработки результатов многофакторного эксперимента	очная	12	2	-	10
	заочная	13	-	-	13
Модульная единица 5 Дополнительные методы обработки экспериментальных данных	очная	12	2	-	10
	заочная	13	-	-	13
Модульная единица 6 Регрессионный анализ	очная	12	2	-	10
	заочная	13	-	-	13
Модуль 2					
Методы компьютерной обработки экспериментальных данных	очная	34	6	18	10
	заочная	30	-	18	12
Модульная единица 7 Применение программы Statgraphics при обработке экспериментальных данных	очная	34	6	18	10
	заочная	30	-	18	12
ИТОГО	очная	108	18	18	72
	заочная	108	12	18	90

4.3. Содержание модулей дисциплины

Модуль 1 «Методы обработки экспериментальных данных»

Модульная единица 1

Основы обработки экспериментальных данных

Основные понятия и определения. Научный и промышленный эксперимент. Характеристики случайных величин. Оценка параметров: точечные и интервальные. Определение точечных оценок методом максимального правдоподобия. Определение доверительных интервалов. Ошибки первого и второго рода. Стандартная обработка результатов эксперимента.

Аспирант должен знать:

- основные понятия и определения методов обработки экспериментальных данных;
- критерии оценки параметров.

Аспирант должен уметь:

- проводить оценку параметров;
- определять доверительные интервалы;
- проводить стандартную обработку результатов эксперимента.

Аспирант должен владеть:

- методом максимального правдоподобия;
- методикой стандартной обработки результатов эксперимента.

Модульная единица 2

Методы статистической обработки результатов

Выборка, среднее, мода, медиана, дисперсия. Статистические гипотезы. Нулевая, альтернативные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Мощность критерия. Оперативная характеристика и функция мощности. Робастные методы обработки данных

Аспирант должен знать:

- что такое выборка, среднее, мода, медиана, дисперсия;
- статистические гипотезы, нулевую и альтернативные гипотезы;
- критерии проверки гипотез.

Аспирант должен уметь:

- применять гипотезы при решении практических задач;
- применять робастные методы при обработке экспериментальных данных.

Аспирант должен владеть:

- методами статистической обработки результатов.

Модульная единица 3

Методы обработки результатов однофакторного эксперимента.

Основные используемые обозначения, основное уравнение дисперсионного анализа. Принцип рандомизации. Ограничения на рандомизацию и получение

различных модификаций однофакторного эксперимента. Математические модели, анализ данных в соответствии с моделями типа: блочный план, планы типа латинский, греко-латинский, гиперквадраты.

Аспирант должен знать:

- основное уравнение дисперсионного анализа;
- принцип рандомизации;
- ограничения на рандомизацию и получение различных модификаций однофакторного эксперимента.

Аспирант должен уметь:

- строить математическую модель по результатам однофакторного эксперимента;
- проводить анализ полученной модели.

Аспирант должен владеть:

- методами анализа математической модели первого порядка.

Модульная единица 4

Методы обработки результатов многофакторного эксперимента

Эксперименты с перекрестной схемой классификаций экспериментальных данных, их математическая модель. Эксперименты с группировкой и их математическая модель, отличие от перекрестной схемы. Блочные факторные эксперименты. Определяющие контрасты, их смешивание с блоковым эффектом.

Аспирант должен знать:

- виды многофакторных экспериментов;
- методы обработки многофакторных экспериментов.

Аспирант должен уметь:

- строить математическую модель по результатам многофакторного эксперимента;
- проводить анализ модели, полученной по результатам многофакторного эксперимента.

Аспирант должен владеть:

- методами анализа математической модели второго порядка.

Модульная единица 5

Дополнительные методы обработки экспериментальных данных.

Методы разделения средних арифметических. Дисперсионный анализ. Корреляционный анализ.

Аспирант должен знать:

- критерии значимости исследуемых факторов;
- виды коэффициентов корреляции.

Аспирант должен уметь:

- проводить дисперсионный анализ модели;
- проводить корреляционный анализ модели.

Аспирант должен владеть:

- методами дисперсного и корреляционного анализа

Модульная единица 6

Регрессионный анализ.

Метод наименьших квадратов (МНК) как частный случай метода максимального правдоподобия. Одномерная регрессия, полиномиальная регрессия. Остаточный средний квадрат как оценка качества аппроксимации. Поверхность отклика, применение ДФЭ для получения уравнения регрессии. Аппроксимация ортогональными функциями.

Аспирант должен знать:

- методику построения регрессионной модели эксперимента;
- метод построения поверхности отклика.

Аспирант должен уметь:

- проводить оценку значимости полученной регрессионной модели;
- проводить оценку значимости коэффициентов регрессионной модели;
- строить поверхность отклика.

Аспирант должен владеть:

- методом наименьших квадратов.

Модульная единица 7

Применение программы Statgraphics при обработке экспериментальных данных

Интерфейс и возможности программы. Создание планов эксперимента. Анализ полученных данных.

Аспирант должен знать:

- возможности программы.

Аспирант должен уметь:

- ориентироваться в интерфейсе программы;
- создавать планы экспериментов;
- проводить дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы в программе.

Аспирант должен владеть:

- методикой обработки статистических данных в среде Statgraphics.

4.4. Содержание практических занятий

Таблица 6

Содержание практических занятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы	№ и название практических занятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов	Форма обучения
1	Модуль 2 Построение эмпирических регрессионных моделей			18 18	очная заочная
	Модульная единица 7 Применение программы Statgraphics при обработке экспериментальных данных	Практическое занятие № 1 «Изучение интерфейса программы Statgraphics»	опрос	4 4	очная заочная
		Практическое занятие № 2 «Исключение грубых ошибок»	отчет по заданию	2 2	очная заочная
		Практическое занятие № 3 «Создание планов эксперимента в программе Statgraphics»	отчет по заданию	4 4	очная заочная
		Практическое занятие № 4 «Дисперсионный и корреляционный анализ математических моделей в программе Statgraphics»	отчет по заданию	4 4	очная заочная
		Практическое занятие № 5 «Регрессионный анализ математических моделей в программе Statgraphics»	отчет по заданию	4 4	очная заочная
Итого				18 18	очная заочная

4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Текущая самостоятельная работа аспирантов

4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения

Таблица 7

Трудоемкость и вид контроля самостоятельной работы

№ п\п	№ модуля и модульной единицы	Наименование модульной единицы	Вид контрольного мероприятия	Количество часов ОФ/ЗФ
3.	МЕ 3	Методы обработки результатов однофакторного эксперимента	Отчет по заданию	16/20
4.	МЕ 4	Методы обработки результатов многофакторного эксперимента	Отчет по заданию	24/28
6.	МЕ 6	Регрессионный анализ	Отчет по заданию	24/32
7.	МЕ 7	Применение программы Statgraphics при обработке экспериментальных данных	Отчет по заданию	8/10
Итого				72/90

4.5.2. Вопросы к зачету

Модуль 1 «Методы обработки экспериментальных данных»

Модульная единица 1 «Основы обработки экспериментальных данных»

1. Основные понятия и определения.
2. Научный и промышленный эксперимент.
3. Характеристики случайных величин.
4. Оценка параметров: точечные и интервальные.
5. Определение точечных оценок методом максимального правдоподобия.
6. Определение доверительных интервалов.
7. Ошибки первого и второго рода.

Модульная единица 2 «Методы статистической обработки результатов»

1. Стандартная обработка результатов эксперимента.
2. Методы статистической обработки результатов.
3. Выборка, среднее, мода, медиана, дисперсия.
4. Статистические гипотезы.
5. Нулевая, альтернативные гипотезы.
6. Критерии проверки гипотез.
7. Мощность критерия.
8. Оперативная характеристика и функция мощности.
9. Робастные методы обработки данных.

Модульная единица 3 «Методы обработки результатов однофакторного эксперимента»

1. Основные используемые обозначения, основное уравнение дисперсионного анализа.
2. Принцип рандомизации.
3. Ограничения на рандомизацию и получение различных модификаций однофакторного эксперимента.
4. Математические модели, анализ данных в соответствии с моделями типа: блочный план, планы типа латинский, греко-латинский, гиперквадраты.

Модульная единица 4 «Методы обработки результатов многофакторного эксперимента»

5. Эксперименты с перекрестной схемой классификаций экспериментальных данных, их математическая модель.
6. Эксперименты с группировкой и их математическая модель, отличие от перекрестной схемы.
7. Блочные факторные эксперименты. Определяющие контрасты, их смешивание с блоковым эффектом.

Модульная единица 5 «Дополнительные методы обработки экспериментальных данных»

1. Методы разделения средних арифметических.
2. Дисперсионный анализ.
3. Корреляционный анализ.

Модульная единица 6 «Регрессионный анализ»

1. Метод наименьших квадратов как частный случай метода максимального правдоподобия.
2. Одномерная регрессия, полиномиальная регрессия.
3. Остаточный средний квадрат как оценка качества аппроксимации.
4. Поверхность отклика, применение ДФЭ для получения уравнения регрессии.

5. Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и вопросами итогового контроля знаний аспирантов

Таблица 8

Компетенции	Коллоквиумы, консультации	Практические занятия
– способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-1)	МЕ 1– МЕ 5	МЕ 6–МЕ 8

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Власов К.П. Методы исследований и организация экспериментов. М.: ФИЗМАТЛИТ.2013. 396с.

6.2. Дополнительная литература

1. Ананьев, В.А. Анализ экспериментальных данных. Часть 1 : учебное пособие [Электронный ресурс] / В.А. Ананьев. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009. – 102 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232208>

2. Андреев В.Л. Использование статистического пакета Statgraphics Plus 5.1 для обработки результатов экспериментальных исследований: Методическое пособие. – Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2012. – 32 с.

3. В. И. Губин, В. Н. Осташков. Статистические методы обработки экспериментальных данных: Учеб. пособие для студентов технических вузов. – Тюмень: Изд-во «ТюмГНГУ», 2007. – 202 с.

4. Кожухар, В.М. Основы научных исследований: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.М. Кожухар. – М.: Дашков и Ко, 2012. – 216 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115785>

5. Масловская А.Г., Стукова Е.В., Чепак Л.В. Компьютерное моделирование физических процессов. Практикум. Благовещенск, 2009. 101с.

6. Наследов А.Д. Профессиональный статистический анализ данных. – СПб.: Питер, 2008.– 416с.

7. Рубан А. И., Кузнецов А. В. Методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие по циклу лабораторных работ по курсу «Методы обработки экспериментальных данных». – Красноярск. 2008. – 80 с.

8. Свиридов, Л.Т. Основы научных исследований: учебное пособие [Электронный ресурс] / Л.Т. Свиридов, О.Н. Чередникова, А.И. Максименков. – Во-

ронез : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2009. – 108 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143133>.

9. Семин В.А., Семина С.М. Основы получения и обработки экспериментальных данных: учебно-методическое пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. – 68 с.

10. Умнов, В.С. Научное исследование: теория и практика [Электронный ресурс] /В.С. Умнов, Н.А. Самойлик. – Новокузнецк: Кузбасская государственная педагогическая академия, 2010. – 99 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88691>

11. Яворский В.А. Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных Методические указания к лабораторным работам. – Москва 2011. – 48с.

7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, выполнения аспирантами индивидуальных заданий.

За работу на занятиях и выполнение заданий каждому аспиранту начисляются баллы, которые в конце семестра переводятся в оценку.

Соотношение бально-рейтинговой и пятибалльной систем оценки

№	Бально-рейтинговая система	Пятибалльная система
1.	85-100	отлично
2.	70-84	хорошо
3.	50-69	удовлетворительно
4.	0-49	неудовлетворительно

Распределение баллов за первый семестр

Показатель	Балл	Примечания
Работа на практических занятиях (18 занятий)	0-36	0-2 балла за работу на занятии
Конспект лекций	0-4	
Выступление с презентацией	0-8	
Промежуточный контроль(тест)	0-8	0-4 баллов за тест, 2 теста
Зачет	0-30	
В течение семестра аспирантам дается возможность получить дополнительные баллы		
За участие в научных конференциях	7	
подготовку научных статей	7	
Итого за работу в семестре	100	

Виды текущего контроля: индивидуальные задания

Рубежный контроль: тест

Итоговый контроль: зачет.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Реализация дисциплины требует наличия учебного кабинета. Оборудование учебного кабинета: учебно-методические пособия, справочные таблицы, тесты, карточки индивидуальных заданий.

Технические средства обучения: мультимедийное оборудование.

9. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В качестве основной используется традиционная технология изучения материала, предполагающая живое общение преподавателя и аспиранта. Существенным дополнением служат иллюстративные видеоматериалы.

Все виды деятельности аспиранта должны быть обеспечены доступом к учебно-методическим материалам, сети интернет, научным библиотекам. Учебные материалы должны быть доступны в печатном виде, а кроме этого могут быть представлены в электронном варианте (электронный учебник, обучающая программа и т.д.) и предоставляться на CD и/или размещаться на сайте учебного заведения.

В процессе самостоятельной работы аспирант закрепляет полученные знания и навыки, выполняя под руководством преподавателя индивидуальные домашние задачи по каждому модулю, работая с научной литературой.

