

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по научной работе и инновациям  
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Г.П. Малявко

«11» мая 2022 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**2.1.6 Планирование эксперимента**

подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

по научной специальности

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Год обучения 2, семестр 1

Форма обучения – очная, заочная

Брянская область,  
2022

Составитель рабочей программы: д.т.н., профессор Купреенко А.И.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рецензент: д.т.н., доцент Никитин В.В.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа предназначена для преподавания блока 2.1 «Дисциплины (модули)» аспирантам очной формы обучения.

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями, утверждёнными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021г № 951 и на основании учебного плана по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, утверждённого Учёным советом вуза от 11.05.2022г. протокол №10.

Программа одобрена на заседании кафедры Технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Х.М. Исаев

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) 2.1.6 Планирование эксперимента является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Основная задача учебной дисциплины (модуля) – освоение аспирантами теоретических и практических знаний в области планирования, подготовки, проведения и обработки результатов эксперимента.

В системе технических наук изучает основные проблемы современной теории планирования эксперимента. Излагаются вопросы по организации испытаний и анализу влияния случайных факторов на ошибки отдельных измерений или результата эксперимента в целом, методы обработки данных и их анализ. Аспиранты получают представление о системном подходе к изучению процесса или явления, анализу размерностей в изучаемых зависимостях, оптимизации факторного пространства для повышения точности математических моделей и эмпирических зависимостей. Рассматриваются различные методы анализа и обработки опытных данных.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью контрольных вопросов и оценки самостоятельной работы аспирантов.

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

### 1. Цель и задачи дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины 2.1.6 Планирование эксперимента является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области планирования и организации эксперимента для получения достоверной информации об исследуемом объекте, познания методов факторного и размерного анализа, ознакомление с методами анализа, обработки опытных и представления опытных данных.

Задачи дисциплины – освоение методики оценки достоверности полученных экспериментальных данных, характеристик случайных величин, методов описания функции отклика и определения оптимальной области параметров для исследуемого процесса; оценки парной и множественной статистической взаимосвязи между случайными величинами и аппроксимации опытных данных математическими зависимостями; оценки точности и адекватности математических моделей.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) 2.1.6 Планирование эксперимента предназначена для преподавания блока 2.1 «Дисциплины (модули)». Реализация в дисциплине 2.1.6 Планирование эксперимента требований ФГТ и Учебного плана по программе аспирантуры, решений методической комиссии и Ученого совета института, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать следующее знание научных разделов:

- 1 Эксперимент как метод исследования;
- 2 Организация эксперимента;
- 3 Планирование эксперимента;
4. Методические основы испытания сельскохозяйственной техники.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются: «История и философия науки», «Методология и методы научных исследований».

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

Особенностью учебной дисциплины (модуля) 2.1.6 Планирование эксперимента является практическая направленность на методику применения методов экспериментальных исследований процессов, технологий. Аспирантам необходимо владеть методами получения, анализа и обобщения достоверной информации об объекте исследования. Это предполагает знания прин-

ципов и методов системного анализа и синтеза сложных систем, организации и проведения эксперимента и оценки достоверности полученных результатов.

### **3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц, 72 часа, из которых 32 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (14 часов занятия лекционного типа, 9 часов практические занятия и 9 лабораторные занятия), 37 часов составляет СРС.

### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)**

Освоение учебной дисциплины (модуля) 2.1.6 Планирование эксперимента направлено на формирование у аспирантов результатов и освоения знания, умения и/или владения навыками, представленными 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 контрольных вопросов, оценки самостоятельной работы аспирантов.

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

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине Планирование эксперимента, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Содержание формируемых результатов	В результате изучения дисциплины (модуля) обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности, мониторинга и контроля среды обитания человека	методы планирования, методику проведения опытов и экспериментов, методы обработки и анализа опытных данных в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности	планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности, мониторинга и контроля среды обитания человека	навыками планирования и проведения экспериментов, обработки и анализа их результатов в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности, мониторинга и контроля среды обитания человека
2	Владение культурой научного исследования человекообразных систем на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий и геоинформационных систем	культуру научного исследования человекообразных систем на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	исследовать человекообразные системы на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий и геоинформационных систем	навыками научного исследования человекообразных систем на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
3	Способность к разработке методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав	методы исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав	применять методы исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав	навыками разработки методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав

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

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний и умений по системному анализу, методологии и методам научного исследования.

## 6. Формат обучения

Возможно обучение по дисциплине 2.1.6 Планирование эксперимента для лиц с ограниченными возможностями здоровья в формате электронного (дистанционного) обучения с использованием и (или) печатных образовательных ресурсов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Необходимым условием для этого является наличие возможности участия аспиранта с ограниченными возможностями в проведении научно-исследовательской и экспериментальной работе по теме выбранной теме.

## 7. Содержание дисциплины (модуля), 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
	час.
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>32</b>
Лекции (Л)	<b>14</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	<b>9</b>
Практические занятия (ПЗ)	<b>9</b>
<b>Самостоятельная работа (СРА)</b>	<b>37</b>
<b>Контроль</b>	<b>3</b>
<b>Вид контроля</b>	<b>зачет</b>

### 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	Лабораторные/Практические занятия	
Введение	3	1		2
Раздел 1 Эксперимент как метод исследования				
Тема 1.1 Инженерный эксперимент	6	2	2/-	2
Тема 1.2 Природа экспериментальных ошибок.	4		-/1	3
Раздел 2 Организация эксперимента				
Тема 2.1 Основы системного подхода	6	1	-/2	3
Тема 2.2 Размерность системы.	6	1	-/2	3
Тема 2.3 Измерительная система	5		2/-	3
Раздел 3 Планирование эксперимента				
Тема 3.1. Экспериментальное исследование одномерных зависимостей.	8	2	3/-	3
Тема 3.2 Описание многофакторного пространства линейными моделями.	6	2	-/1	3
Тема 3.3. Описание оптимальной области	5	1	-/1	3

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Лабораторные/Практические занятия	
процесса моделями второго порядка.				
Тема 3.4. Случайные функции и их характеристики	4		2/-	2
Раздел 4. Оптимизация объектов исследования				
Тема 4.1. Каноническое преобразование математических моделей	6	2	-/1	3
Тема 4.2. Изучение поверхности отклика	5	2	-/1	2
Тема 4.3. Решение компромиссных задач	5			5
Прием зачета /К/	3			
Итого по дисциплине (модулю)	72	14	9/9	37

### Содержание дисциплины (модуля) Лекционные занятия

#### **Введение.**

#### **Раздел 1 Эксперимент как метод исследования**

##### **Тема 1.1 Инженерный эксперимент**

Общие понятия эксперимента. Классификация инженерного эксперимента. Лабораторный и промышленный (производственный) эксперимент. Термины и определения. Программа и методика эксперимента. План эксперимента.

##### **Тема 1.2 Природа экспериментальных ошибок.**

Виды ошибок. Случайная и систематическая ошибка. Природа случайных ошибок и неопределенностей. Случайная величина, ее представление и характеристики. Законы распределения. Проверка статистических гипотез. Статистические законы распределения. Ошибка и неопределенность эксперимента в целом.

#### **Раздел 2 Организация эксперимента**

##### **Тема 2.1 Основы системного подхода**

Объект и предмет исследования. Системный анализ объекта исследования. Показатель (отклик) системы. Действующие факторы. Системные представления объекта исследования.

##### **Тема 2.2 Размерность системы.**

Понятие связи в системе. Методы уменьшения размерности системы: априорного ранжирования; отсеивающего эксперимента; подобия и размерности. Основы размерного анализа физических величин. Размерная формула. Базисные переменные. Теорема Букингема ( $\pi$  – теорема) и ее применение для формирования безразмерных комплексов. Практические примеры.

##### **Тема 2.3 Измерительная система**

Датчики-преобразователи. Системы регистрации. Виртуальный прибор. Среда объектного программирования LabView. Основы программирования в LabView.

#### **Раздел 3 Планирование эксперимента**

##### **Тема 3.1. Экспериментальное исследование одномерных зависимостей.**

Система случайных величин. Оценка статистической взаимосвязи между двумя случайными величинами: корреляционный момент, коэффициент парной корреляции. Оценка значимости коэффициента парной корреляции. Корреляционное уравнение.

Аппроксимация опытных данных математическими зависимостями методом наименьших квадратов. Определение параметров прямой, параболы. Метод линеаризации факторного пространства. Оценка точности и адекватности статистических моделей. Дисперсия адекватности и оценка ее значимость.

##### **Тема 3.2 Описание многофакторного пространства линейными моделями.**

Уровни варьирования действующих факторов. Допустимая область факторного пространства. Описание функции отклика степенным полиномом. Оценочные значения коэффициентов степенного полинома. Активный и пассивный эксперимент. План-матрица полного факторного эксперимента  $2^n$ . Организация эксперимента. Определение коэффициентов уравнения регрессии для ортогонального плана. Оценка значимости коэффициентов уравнения и адекватности модели.

### Тема 3.3. Описание оптимальной области процесса моделями второго порядка.

Планирование эксперимента при поиске области экстремума функции отклика. Планирование эксперимента для метода крутого восхождения (спуска). Симплексное планирование. Планы второго порядка. Критерии оптимальности экспериментальных планов. Центральное композиционное планирование (ЦКП).

**Тема 3.4. Случайные функции и их характеристики.** Стационарные случайные функций и их характеристики. Методы анализа случайных процессов. Спектральное разложение случайного процесса.

### Раздел 4. Оптимизация объектов исследования.

#### Тема 4.1. Каноническое преобразование математических моделей

Определение координат оптимума. Составление канонических уравнений, их преобразование.

#### Тема 4.2. Изучение поверхности отклика

Изучение поверхности отклика методом двумерных сечений поверхности.

#### Тема 4.3. Решение компромиссных задач

Методы решения компромиссных задач. Планирование эксперимента при моделировании.

Содержание лабораторных и практических занятий по дисциплине и контрольных мероприятий

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	Название практических занятий	Название лабораторных занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество академических часов
1	Раздел 1 Эксперимент как метод исследования				
3	Тема 1.1 Инженерный эксперимент		Проведение однофакторного эксперимента	Расчетное задание по индивидуальному варианту	2
4	Тема 1.2 Природа экспериментальных ошибок.	Статистическая оценка случайной величины и выбор закона распределения.		коллоквиум	1
5	Раздел 2 Организация эксперимента				
6	Тема 2.1 Основы системного подхода	Системный анализ объекта исследования		системный анализ объекта диссертации	2
7	Тема 2.2 Размерность системы.	Анализ размерностей и подобные состояния системы		коллоквиум	2
8	Тема 2.3 Измерительная система		Построение виртуальной измерительной системы среде LabView.	Программа для эксперимента	2
9	Раздел 3 Планирование эксперимента				
10	Тема 3.1. Экспериментальное исследование одномерных зависимостей.		Анализ взаимосвязи двух случайных величин и аппроксимация опытных данных методом наименьших квадратов.	Расчетное задание по индивидуальному варианту	3
11	Тема 3.2 Описание многофакторного пространства линейными моделями.	Планирование полного факторного эксперимента 2к		Расчетное задание по индивидуальному варианту	1
12	Тема 3.3. Описание оптимальной области	1. Поиск области экстремума		Расчетное задание по	1



	процесса моделями второго порядка.	функции отклика методом крутого восхождения 2. Описание области экстремума моделями второго порядка.		индивидуальному варианту	
13	Тема 3.4. Случайные функции и их характеристики		Определение характеристик стационарной случайной функции	Расчетное задание по индивидуальному варианту	2
<b>Раздел 4. Оптимизация объектов исследования.</b>					
	Тема 4.1. Каноническое преобразование математических моделей	Анализ уравнения регрессии		Раздел 3 диссертации (Результаты исследований)	1
	Тема 4.2. Изучение поверхности отклика	Метод двумерных сечений		Раздел 3 диссертации (Результаты исследований)	1
	Тема 4.3. Решение компромиссных задач	Решение компромиссной задачи	(по выбору)	Раздел 3 диссертации (Результаты исследований)	
	<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>				18

### 7.3. Образовательные технологии

В образовательном процессе используются активные формы проблемного обучения: разбор конкретных ситуаций, имитационное моделирование, инициирование самостоятельной работы, метод проектов, контекстное и исследовательское обучение.

Таблица 4

#### Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
<b>Раздел 1 Эксперимент как метод исследования</b>				
	Тема 1.1 Инженерный эксперимент	Л	Разбор конкретных ситуаций; Проблемное обучение; дискуссия	0,5
	Тема 1.2 Природа экспериментальных ошибок.	П	Исследовательское обучение	1
<b>Раздел 2 Организация эксперимента</b>				
	Тема 2.1 Основы системного подхода	Л	Проблемное обучение; Контекстное обучение	0,5
		П	Разбор конкретных ситуаций	1
	Тема 2.2 Размерность системы.	Л	Проблемное обучение; Дискуссия	0,5
		П	Исследовательское обучение	1
	Тема 2.3 Измерительная система	Лаб	Имитационное моделирование; Исследовательское обучение	1
<b>Раздел 3 Планирование эксперимента</b>				
	Тема 3.1. Экспериментальное исследование одномерных зависимостей.	Л	Разбор проблемных ситуаций; Исследовательское обучение;	0,5
		Лаб	Исследовательское обучение; Имитационное моделирование	1
	Тема 3.2 Описание многофакторного пространства линейными моделями.	Л	Разбор проблемных ситуаций; Исследовательское обучение;	0,5
		П	Исследовательское обучение; Имитационное моделирование	1
	Тема 3.3. Описание оптимальной области процесса моделями второго порядка.	Л	Разбор проблемных ситуаций; Исследовательское обучение;	0,5

		П	Исследовательское обучение; Имитационное моделирование	1
	Тема 3.4. Случайные функции и их характеристики	Лаб	Исследовательское обучение; Имитационное моделирование	1
Раздел 4. Оптимизация объектов исследования.				
	Тема 4.1. Каноническое преобразование математических моделей	Л	Дискуссия; разбор производственных ситуаций	0,5
		П	Проблемное обучение	1
	Тема 4.2. Изучение поверхности отклика	Л	Дискуссия; разбор производственных ситуаций	0,5
		П	Проблемное обучение	1
	Тема 4.3. Решение компромиссных задач	Л	Дискуссия; разбор производственных ситуаций; исследовательское обучение	0,5
		П	Проблемное обучение	1
Всего				21

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 21 час (65 % от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

### 8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю)

Объем самостоятельной работы аспирантов составляет 37 часов, в том числе 20 – расчетная работа, 17 – самостоятельная проработка материала и 3 ч – сдача зачета.

#### 8.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) Планирование эксперимента

Таблица 5

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Количество академических часов
1	Введение	1. Теоретические и экспериментальные методы исследования. 2. Порядок создания с-х техники. 3. Качество и потребительские свойства с-х техники. 4. Этапы научных исследований.	3
2	Раздел 1 Эксперимент как метод исследования		
3	Тема 1.1 Инженерный эксперимент	1. Общие понятия эксперимента. 2. Классификация инженерного эксперимента. 3. Лабораторный и промышленный (производственный) эксперимент. 4. Опыт, эксперимент, план эксперимента. 5. Программа и методика эксперимента. 6. План эксперимента.	2
4	Тема 1.2 Природа экспериментальных ошибок.	1. Виды ошибок. 2. Случайная и систематическая ошибка. 3. Природа случайных ошибок и неопределенностей. 4. Случайная величина, ее представление и характеристики. 5. Законы распределения. 6. Проверка статистических гипотез. 7. Статистические законы распределения. 8. Ошибка и неопределенность эксперимента в целом.	4
5	Раздел 2 Организация эксперимента		
6	Тема 2.1 Основы системного подхода	1. Объект и предмет исследования. 2. Системный анализ объекта исследования. 3. Показатель (отклик) системы. 4. Действующие факторы. 5. Системные представления объекта исследования.	3
7	Тема 2.2 Размерность системы.	1. Понятие связи в системе. 2. Методы уменьшения размерности системы: априорного ранжирования; отсеивающего эксперимента; подобия и размерности. 3. Основы размерного анализа физических величин.	4

		4. Размерная формула. Базисные переменные. 5. Теорема Букингема ( $\pi$ – теорема) и ее применение для формирования безразмерных комплексов. 6. Практические примеры.	
8	Тема 2.3 Измерительная система	1. Датчики-преобразователи. 2. Системы регистрации. 3. Виртуальный прибор в среде объектного программирования LabView. 4. Основы программирования в LabView.	3
9	Раздел 3 Планирование эксперимента		
10	Тема 3.1. Экспериментальное исследование одномерных зависимостей.	1. Система случайных величин. 2. Оценка статистической взаимосвязи между двумя случайными величинами: корреляционный момент, коэффициент парной корреляции. 3. Оценка значимости коэффициента парной корреляции. Корреляционное уравнение. 4. Аппроксимация опытных данных математическими зависимостями методом наименьших квадратов. 5. Определение параметров прямой, параболы. 6. Метод линеаризации факторного пространства. 7. Оценка точности и адекватности статистических моделей. 8. Дисперсия адекватности и оценка ее значимости.	3
11	Тема 3.2 Описание многофакторного пространства линейными моделями.	1. Уровни варьирования действующих факторов. 2. Допустимая область факторного пространства. 3. Описание функции отклика степенным полиномом. Оценочные значения коэффициентов степенного полинома. 4. Активный и пассивный эксперимент. 5. План-матрица полного факторного эксперимента $2^n$ . 6. Организация эксперимента. 7. Определение коэффициентов уравнения регрессии для ортогонального плана. 8. Оценка значимости коэффициентов уравнения и адекватности модели.	3
12	Тема 3.3. Описание оптимальной области процесса моделями второго порядка.	1. Планирование эксперимента при поиске области экстремума функции отклика. 2. Планирование эксперимента для метода крутого восхождения (спуска). 3. Симплексное планирование. 4. Планы второго порядка. 5. Критерии оптимальности экспериментальных планов. 6. Центральное композиционное планирование (ЦКП).	3
13	Тема 3.4. Случайные функции и их характеристики	1. Стационарные случайные функций и их характеристики. 2. Методы анализа случайных процессов. 3. Спектральное разложение случайного процесса.	2
	Раздел 4. Оптимизация объектов исследования.		
	Тема 4.1. Каноническое преобразование математических моделей	1. Получение серии контурных поверхностей второго порядка	2
	Тема 4.2. Изучение поверхности отклика	1. Анализ математических моделей второго порядка в виде номограмм	3
	Тема 4.3. Решение компромиссных задач	1. Метод неопределенных множителей Лагранжа	2
	<b>Итого по дисциплине</b>		<b>37</b>

## 8.2. Расчетная работа

Расчетная работа выполняется по индивидуальным вариантам для формирования знаний, навыков и умений в статистической обработке экспериментальной информации (табл. 6).

Таблица 6

### Темы заданий для расчетной работы 2.1.6 Планирование эксперимента

№ п/п	Темы заданий	Трудоемкость, ч	Индивидуальное задание
1.	Системный анализ объекта исследования	2	Объект исследования выбирается по теме диссертации

2.	Анализ размерностей и подобные состояния системы	2	Объект исследования выбирается по теме диссертации
3.	Статистическая оценка случайной величины и выбор закона распределения	2	Условная выборка моделируется с помощью генератора случайных чисел в MathCad
4.	Анализ взаимосвязи двух случайных величин и аппроксимация опытных данных методом наименьших квадратов	2	Справочные данные по теме исследования по 5-6 техническим средствам с аналогичным технологическим процессом (каталоги фирм, Росинформагротех)
5.	Планирование полного факторного эксперимента $2^k$ .	2	Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой
6.	Поиск области экстремума функции отклика методом крутого восхождения	2	Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой
7.	. Описание области экстремума моделями второго порядка. План $B_2$	2	Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой
8.	Определение характеристик стационарной случайной функции	2	Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой
9.	Рабочая программа и методика испытаний (с.-х. машины по заданию)	2	Вид испытаний и марка машины выбираются в зависимости от темы исследования
10.	Методика проведения оценки	2	Выбирается по теме исследования

Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий.

Вопросы к зачету по дисциплине 2.1.6 Планирование эксперимента

1. Теоретические и экспериментальные методы исследования.
2. Особенности инженерной деятельности.
3. Порядок создания с-х техники.
4. Качество и потребительские свойства с-х техники.
5. Общие понятия эксперимента.
6. Классификация инженерного эксперимента.
7. Лабораторный и промышленный (производственный) эксперимент.
8. Опыт, эксперимент, план эксперимента.
9. Программа и методика эксперимента.
10. План эксперимента.
11. Виды ошибок.
12. Случайная и систематическая ошибка.
13. Природа случайных ошибок и неопределенностей.
14. Случайная величина, ее представление и характеристики.
15. Законы распределения.
16. Проверка статистических гипотез.
17. Статистические законы распределения.
18. Ошибка и неопределенность эксперимента в целом.
19. Объект и предмет исследования.
20. Системный анализ объекта исследования.
21. Показатель (отклик) системы.
22. Действующие факторы.
23. Системные представления объекта исследования
24. Понятие связи в системе.

25. Методы уменьшения размерности системы: априорного ранжирования; отсеивающего эксперимента; подобия и размерности.
26. Основы размерного анализа физических величин.
27. Размерная формула. Базисные переменные.
28. Теорема Букингема ( $\pi$  – теорема) и ее применение для формирования безразмерных комплексов.
29. Практические примеры.
30. Датчики-преобразователи.
31. Системы регистрации.
32. Виртуальный прибор в среде объектного программирования LabView.
33. Основы программирования в LabView.
34. Система случайных величин.
35. Оценка статистической взаимосвязи между двумя случайными величинами: корреляционный момент, коэффициент парной корреляции.
36. Оценка значимости коэффициента парной корреляции. Корреляционное уравнение.
37. Аппроксимация опытных данных математическими зависимостями методом наименьших квадратов.
38. Определение параметров прямой, параболы.
39. Метод линеаризации факторного пространства.
40. Оценка точности и адекватности статистических моделей.
41. Дисперсия адекватности и оценка ее значимости.
42. Уровни варьирования действующих факторов.
43. Допустимая область факторного пространства.
44. Описание функции отклика степенным полиномом. Оценочные значения коэффициентов степенного полинома.
45. Активный и пассивный эксперимент.
46. План-матрица полного факторного эксперимента  $2^n$ .
47. Организация эксперимента.
48. Определение коэффициентов уравнения регрессии для ортогонального плана.
49. Оценка значимости коэффициентов уравнения и адекватности модели.
50. Планирование эксперимента при поиске области экстремума функции отклика.
51. Планирование эксперимента для метода крутого восхождения (спуска).
52. Симплексное планирование.
53. Планы второго порядка.
54. Критерии оптимальности экспериментальных планов.
55. Центральное композиционное планирование (ЦКП).
56. Стационарные случайные функций и их характеристики.
57. Методы анализа случайных процессов.
58. Спектральное разложение случайного процесса.
59. Рабочая программа и методика испытаний.
60. Особенности растений и животных как биологических систем.
61. Условия испытаний: метеоусловия, характеристика поля, почвы и технологического материала.
62. Агротехническая оценка.
63. Общая классификация показателей. Метод проб.
64. Методика полевого опыта. Методика проведения зоотехнических опытов.
65. Методические основы испытания технологий производства сельскохозяйственной продукции.
66. Оценка экологических последствий использования сельскохозяйственных машин.
67. Энергетическая оценка машин и технологий.
68. Оценка общих затрат энергии на получение сельскохозяйственной продукции.
69. Эксплуатационно-технологическая оценка машин.
70. Показатели надежности и методы их определения.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.

Зачет/незачет	Требования
Зачет	Аспирант способен применять знания, умения в широкой области профессиональной научной деятельности, успешно действовать на основе приобретенного практического опыта при решении общих и конкретных задач научного поиска
Зачет	Аспирант способен применять знания, умения в широкой области профессиональной научной деятельности, успешно действовать на основе приобретенного практического опыта при решении общих задач научного поиска
Незачет	Аспирант способен применять знания, умения в ограниченной области профессиональной научной деятельности
Незачет	Аспирант не способен применять знания, умения в широкой области профессиональной научной деятельности, успешно действовать на основе приобретенного практического опыта при решении общих задач научного поиска

Формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю): зачет.

## 9. Ресурсное обеспечение:

### 9.1 Перечень основной литературы

1. Болдин А. П., Максимов В. А. Основы научных исследований. - М.: Академия, 2012.
2. Космин В.В. Основы научных исследований (Общий курс) – М.: РИОР; Инфра-М. – 214 с., 2014.

### 9.2 Перечень дополнительной литературы

1. Алексеев Г.В. Математические методы в пищевой инженерии: Учебное пособие / Г.В. Алексеев, Б.А. Вороненко, Н.И. Лукин. – СПб.: Издательство «Лань», 2012 – 176.

2. Дьяченко А.В. Планирование эксперимента. – Брянск, БГСХА, 2014. – 24 с.

Электронные образовательные ресурсы

Основная литература

1. Гарькина И.А., Данилов А.М., Прошин А.П., Соколова Ю.А. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных. Практическое пособие. - Палеотип, 2005. - 273 с. (ЭБС ВООК.ru)
2. Ушаков Л. С. Ушаков, Л.С. Активный факторный эксперимент. Математическое планирование, организация и статистический анализ результатов: учеб. пособие / С.А. Рябчук, Ю.Е. Котылев, Л.С. Ушаков. — Орел : ОрелГТУ, 2002.— 38 с. (ЭБС Руконт)

Дополнительная литература

3. Купреенко, А.И. Планирование эксперимента и статистическая обработка результатов исследований: рабочая тетрадь для самостоятельной работы / А.И. Купреенко – Брянск. Изд-во Брянского ГАУ, 2017. - 47 с. Режим доступа:

<http://www.bgsha.com/ru/book/433294/>

4. Купреенко, А.И. Планирование эксперимента и статистическая обработка результатов исследований: лекционный курс / А.И. Купреенко – Брянск. Изд-во Брянского ГАУ, 2017. - 256 с. Режим доступа:

<http://www.bgsha.com/ru/book/433293/>

5. Купреенко, А.И. Планирование эксперимента и статистическая обработка результатов исследований: учебное пособие для практических занятий / А.И. Купреенко – Брянск. Изд-во Брянского ГАУ, 2017. - 66 с. Режим доступа: <http://www.bgsha.com/ru/book/433291/>

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

Электронно-библиотечная система

1 <http://www.bgsha.com/ru/education/library/elsis.php>

2 <http://e.lanbook.com/>

3 <http://rucont.ru/>

4 <http://www.book.ru/>

5 Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники (АИСТ)

<http://www.aist-agro.ru/aist.html>

6 Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный испытательный центр» <http://sistemamis.ru/>

7 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса" (Росинформагротех)

<http://www.rosinformagrotech.ru/>

8 Сертификация сельскохозяйственных машин

<http://www.qgc.ru/certs/techincs/>

9 Каталог государственных стандартов

<http://gost.ruscable.ru/catalog/?c=0&f2=3&f1=II1013160>

10 Государственное научное учреждение "Кубанский научно-исследовательский институт по испытанию тракторов и сельскохозяйственных машин". Технические средства измерения и испытательное оборудование для целей испытаний, исследований  
<http://kubniitim.ru/Means/means.htm>

11 Электронная база данных <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.

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

1. Microsoft Office (Word, PowerPoint).

2. MathCAD.

3. LabView.

4. Профессиональные программы проектирования, базы данных, справочные системы, используемые в научной организации (лаборатории).

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

Для реализации программы подготовки по дисциплине перечень материально-технического обеспечения включает:

1. Мультимедийный компьютерный класс.

2. Измерительное и исследовательское оборудование лабораторий кафедр: технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве; технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств; технологии материалов, надежности, ремонта машин и оборудования.

Кафедра располагает компьютерным мультимедийным классом, программным и методическим обеспечением (лаборатория технологического оборудования для переработки продукции растениеводства №3-126)

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

Для проведения теоретических занятий по дисциплине необходимы: специальное помещение, укомплектованное техническими средствами обучения, компьютерная техника, подключенная к сети "Интернет", видеопроектор.

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

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных мультимедийным и испытательным оборудованием.

Для проведения теоретических занятий по дисциплине (модулю) необходимы аудитории, оснащенные классными досками и специализированным оборудованием: компьютерами с лицензионным программным обеспечением и мультимедийными средствами.

#### **10. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)**

##### **Рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы**

Новый теоретический материал желательно закрепить аспирантом самостоятельно в тот же день, не дожидаясь следующего занятия.

Дисциплина 2.1.6 Планирование эксперимента подразумевает значительный объем самостоятельной работы аспирантов. Для изучения дисциплины необходимо использовать информационно-справочные и поисковые ресурсы сети Интернет, перечень которых приведен в пунктах рабочей программы. Регулярность самостоятельных занятий является необходимым и достаточным условием успешной сдачи итоговой аттестации.

Для успешного преодоления проблем изучения дисциплины необходимо:

- внимательно слушать объяснения материала в аудитории, конспектируя то, что рекомендует преподаватель под запись;
- прежде чем приступить к домашнему заданию, обязательно прочесть конспект и изучить параграф по учебнику.

Аудиторные занятия подразумевают использование большого количества технических средств обучения, как мультимедийных, так и натуральных (макеты, разрезы, части и детали оборудования), поэтому посещение аудиторных занятий является обязательным. Пропуски занятий без уважительной причины не допускаются.

### **Методика самостоятельной работы аспирантов по дисциплине с указанием ее содержания**

Новый теоретический материал желательно закрепить аспирантом самостоятельно в тот же день, не дожидаясь следующего занятия. Регулярность самостоятельных занятий является необходимым и достаточным условием успешной сдачи итоговой аттестации.

Самостоятельная работа аспиранта складывается из повторения заданий, пройденного теоретического материала в аудитории, дома без помощи преподавателя и выполнения задания, выданного преподавателем.

Самостоятельная работа аспиранта должна быть выстроена в следующей последовательности:

- повторение теоретического материала и при необходимости, его дополнительное штудирование по прилагаемой литературе;
- повторение практического материала, пройденного в аудитории;
- самостоятельное выполнение задания, выданного преподавателем.

### **Методические указания по изучению дисциплины, выполнению практических занятий и лабораторных практикумов, тестов, написанию рефератов, самостоятельных заданий и других видов учебной работы**

Тесная взаимосвязь разделов дисциплины и непрерывно возрастающая сложность тематики диктуют необходимые условия успешного освоения дисциплины, заключающиеся в регулярности посещения лекций, практических занятий, выполнение заданий в аудитории и заданий для самостоятельной работы.

#### **Методические указания по отработке пропущенных занятий**

Виды и формы отработки пропущенных занятий. Аспирант, пропустивший лекционные занятия, обязан подготовить конспект и знать пропущенные лекции, во вне учебное время ответить лектору пропущенные лекции и показать конспект лекций;

Аспирант, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно выполнить задания, которые были рассмотрены на занятиях и сдать их преподавателю.

### **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)**

Одной из основных задач преподавателей, ведущих занятия по дисциплине 2.1.6 Планирование эксперимента, является выработка у аспирантов осознание важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшего их обучения в техническом высшем учебном заведении и последующей их инженерной работы.

Принципами организация учебного процесса являются:

1. выбор эффективных методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
2. объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения качества процесса обучения;
3. обеспечение активного участия аспирантов в учебном процессе;
4. проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения прикладных задач.

Преподавание дисциплины 2.1.6 Планирование эксперимента основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы. Для этого разработаны и разрабатываются необходимые методические материалы, позволяющие аспирантам под руководством и консультированием преподавателей самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям, основой этого является теоретиче-



ский материал, изучаемый аспирантами на лекциях. Изучение курса сопровождается постоянным контролем самостоятельной работы, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий и контрольных работ, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель, который проверяет рабочую тетрадь и выставляет оценку с выставлением оценки и балла по каждому разделу.

Для организации планомерной и ритмичной работы, повышения мотивации аспирантов к освоению дисциплины путем более высокой дифференциации оценки их учебной работы, повышения уровня организации образовательного процесса по данной дисциплине, а также стимулирования аспирантов к регулярной самостоятельной учебной работе целесообразно введение различных форм балльно-рейтинговой оценки знаний.

По результатам контроля текущей успеваемости аспирантов выставляется итоговый рейтинг (итоговая сумма набранных баллов), по которому выводится общая оценка.

Практические занятия с аспирантами рекомендуется проводить в подгруппах.

Самостоятельная работа аспирантов, включает подготовку к практическим занятиям, выполнение домашних заданий, написание реферата, а также изучение некоторых тем разделов дисциплины с использованием электронных информационных ресурсов, подготовку к тестам и зачету.

Примерная программа носит рекомендательный характер, в зависимости от условий подготовки специалистов в вузах, объем дисциплины и содержание могут быть изменены.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**2.1.6 Планирование эксперимента**

по научной специальности

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

**ПАСПОРТ  
ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине (модулю)**

**2.1.6 Планирование эксперимента**

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства	Способ контроля
<b>Раздел 1 Эксперимент как метод исследования</b>			
1	Тема 1.1 Инженерный эксперимент	Контрольные вопросы	Опрос
2	Тема 1.2 Природа экспериментальных ошибок.	Расчетное задание	защита
<b>Раздел 2 Организация эксперимента</b>			
1	Тема 2.1 Основы системного подхода	Практическое задание	дискуссия
2	Тема 2.2 Размерность системы.	Практическое задание	дискуссия
3	Тема 2.3 Измерительная система	Практическое задание	Демонстрация результата
<b>Раздел 3 Планирование эксперимента</b>			
1	Тема 3.1. Экспериментальное исследование одномерных зависимостей.	Расчетное задание по индивидуальному варианту	защита
2	Тема 3.2 Описание многофакторного пространства линейными моделями.	Расчетное задание по индивидуальному варианту	защита
3	Тема 3.3. Описание оптимальной области процесса моделями второго порядка.	Расчетное задание по индивидуальному варианту	защита
4	Тема 3.4. Случайные функции и их характеристики	Расчетное задание по индивидуальному варианту	защита
<b>Раздел 4. Оптимизация объектов исследования.</b>			
1	Тема 4.1. Каноническое преобразование математических моделей	Практическое задание	Защита, дискуссия
2	Тема 4.2. Изучение поверхности отклика	Практическое задание	защита
3	Тема 4.3. Решение компромиссных задач	Практическое задание	Защита, дискуссия

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 2.1.6 Планирование эксперимента

№ п/п	Содержание формируемых результатов	В результате изучения дисциплины (модуля) обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности, мониторинга и контроля среды обитания человека	методы планирования, методику проведения опытов и экспериментов, методы обработки и анализа опытных данных в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности	планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности, мониторинга и контроля среды обитания человека	навыками планирования и проведения экспериментов, обработки и анализа их результатов в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности, мониторинга и контроля среды обитания человека
2	Владение культурой научного исследования человекоразмерных систем на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий и геоинформационных систем	культуру научного исследования человекоразмерных систем на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	исследовать человекоразмерные системы на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий и геоинформационных систем	навыками научного исследования человекоразмерных систем на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
3	Способность к разработке методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав	методы исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав	применять методы исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав	навыками разработки методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ**  
**знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,**  
**характеризующие этапы формирования результатов в процессе освоения**  
**дисциплины 2.1.6 Планирование эксперимента**

**Вопросы дискуссии по введению**

1. Теоретические и экспериментальные методы исследования.
2. Порядок создания с-х техники.
3. Качество и потребительские свойства с-х техники.
4. Этапы научных исследований.

**Вопросы дискуссии по теме 1.1 Инженерный эксперимент**

1. Общие понятия эксперимента.
2. Классификация инженерного эксперимента.
3. Лабораторный и промышленный (производственный) эксперимент.
4. Опыт, эксперимент, план эксперимента.
5. Программа и методика эксперимента.
6. План эксперимента.

**Вопросы дискуссии по теме 1.2 Природа экспериментальных ошибок.**

1. Виды ошибок.
2. Случайная и систематическая ошибка.
3. Природа случайных ошибок и неопределенностей.
4. Случайная величина, ее представление и характеристики.
5. Законы распределения.
6. Проверка статистических гипотез.
7. Статистические законы распределения.
8. Ошибка и неопределенность эксперимента в целом.

**Вопросы дискуссии по теме 2.1 Основы системного подхода**

1. Объект и предмет исследования.
2. Системный анализ объекта исследования.
3. Показатель (отклик) системы.
4. Действующие факторы.
5. Системные представления объекта исследования.

**Вопросы дискуссии по теме 2.2 Размерность системы.**

1. Понятие связи в системе.
2. Методы уменьшения размерности системы: априорного ранжирования; отсеивающего эксперимента; подобия и размерности.
3. Основы размерного анализа физических величин.
4. Размерная формула. Базисные переменные.
5. Теорема Букингема ( $\pi$  – теорема) и ее применение для формирования безразмерных комплексов.
6. Практические примеры.

**Вопросы дискуссии по теме 2.3 Измерительная система**

1. Датчики-преобразователи.
2. Системы регистрации.
3. Виртуальный прибор в среде объектного программирования LabView.
4. Основы программирования в LabView.

**Вопросы дискуссии по теме Экспериментальное исследование одномерных зависимостей.**

1. Система случайных величин.
2. Оценка статистической взаимосвязи между двумя случайными величинами: корреляционный момент, коэффициент парной корреляции.
3. Оценка значимости коэффициента парной корреляции. Корреляционное уравнение.

4. Аппроксимация опытных данных математическими зависимостями методом наименьших квадратов.
5. Определение параметров прямой, параболы.
6. Метод линеаризации факторного пространства.
7. Оценка точности и адекватности статистических моделей.
8. Дисперсия адекватности и оценка ее значимости.

**Вопросы дискуссии по теме 3.2 Описание многофакторного пространства линейными моделями.**

1. Уровни варьирования действующих факторов.
2. Допустимая область факторного пространства.
3. Описание функции отклика степенным полиномом. Оценочные значения коэффициентов степенного полинома.
4. Активный и пассивный эксперимент.
5. План-матрица полного факторного эксперимента  $2^n$ .
6. Организация эксперимента.
7. Определение коэффициентов уравнения регрессии для ортогонального плана.
8. Оценка значимости коэффициентов уравнения и адекватности модели.

**Вопросы дискуссии по теме 3.3. Описание оптимальной области процесса моделями второго порядка.**

1. Планирование эксперимента при поиске области экстремума функции отклика.
2. Планирование эксперимента для метода крутого восхождения (спуска).
3. Симплексное планирование.
4. Планы второго порядка.
5. Критерии оптимальности экспериментальных планов.
6. Центральное композиционное планирование (ЦКП).

**Вопросы дискуссии по теме 3.4. Случайные функции и их характеристики**

1. Стационарные случайные функций и их характеристики.
2. Методы анализа случайных процессов.
3. Спектральное разложение случайного процесса

**Вопросы дискуссии по теме 4.1. Каноническое преобразование математических моделей**

1. Условия существования оптимума.
2. Анализ уравнения регрессии.
3. Классы поверхностей

**Вопросы дискуссии по теме 4.2. Изучение поверхности отклика**

1. Метод двумерных сечений.
2. Свойства поверхности отклика.
3. Номограммный метод анализа.

**Вопросы дискуссии по теме 4.3. Решение компромиссных задач**

1. Поиск компромиссного решения.
2. Критерии оптимизации.
3. Планирование эксперимента при моделировании.

**Типовые задачи**

Задание 1. Системный анализ объекта исследования (Объект исследования выбирается по теме диссертации)

Задание 2. Статистическая оценка случайной величины и выбор закона распределения (Условная выборка моделируется с помощью генератора случайных чисел в MathCad)

Задание 3. Анализ взаимосвязи двух случайных величин и аппроксимация опытных данных методом наименьших квадратов (Справочные данные по теме исследования по 5-6

техническим средствам с аналогичным технологическим процессом (каталоги фирм, Росинформгротех))

Задание 4. Планирование полного факторного эксперимента  $2^3$  (Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой)

Задание 5. Поиск области экстремума функции отклика методом крутого восхождения (Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой)

Задание 6. Описание области экстремума моделями второго порядка. План В<sub>2</sub> (Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой)

Задание 7. Определение характеристик стационарной случайной функции (Осциллограмма случайного процесса)

Задание 8. Рабочая программа и методика испытаний (с.-х. машины по заданию, Вид испытаний и марка машины выбираются в зависимости от темы исследования)

Задание 9. Методика проведения оценки (Выбирается по теме исследования).

### **Вопросы к зачету по дисциплине 2.1.6 Планирование эксперимента**

1. Теоретические и экспериментальные методы исследования.
2. Особенности инженерной деятельности.
3. Порядок создания с-х техники.
4. Качество и потребительские свойства с-х техники.
5. Общие понятия эксперимента.
6. Классификация инженерного эксперимента.
7. Лабораторный и промышленный (производственный) эксперимент.
8. Опыт, эксперимент, план эксперимента.
9. Программа и методика эксперимента.
10. План эксперимента.
11. Виды ошибок.
12. Случайная и систематическая ошибка.
13. Природа случайных ошибок и неопределенностей.
14. Случайная величина, ее представление и характеристики.
15. Законы распределения.
16. Проверка статистических гипотез.
17. Статистические законы распределения.
18. Ошибка и неопределенность эксперимента в целом.
19. Объект и предмет исследования.
20. Системный анализ объекта исследования.
21. Показатель (отклик) системы.
22. Действующие факторы.
23. Системные представления объекта исследования
24. Понятие связи в системе.
25. Методы уменьшения размерности системы: априорного ранжирования; отсеивающего эксперимента; подобия и размерности.
26. Основы размерного анализа физических величин.
27. Размерная формула. Базисные переменные.
28. Теорема Букингема ( $\pi$  – теорема) и ее применение для формирования безразмерных комплексов.
29. Практические примеры.
30. Датчики-преобразователи.
31. Системы регистрации.
32. Виртуальный прибор в среде объектного программирования LabView.

33. Основы программирования в LabView.
34. Система случайных величин.
35. Оценка статистической взаимосвязи между двумя случайными величинами: корреляционный момент, коэффициент парной корреляции.
36. Оценка значимости коэффициента парной корреляции. Корреляционное уравнение.
37. Аппроксимация опытных данных математическими зависимостями методом наименьших квадратов.
38. Определение параметров прямой, параболы.
39. Метод линеаризации факторного пространства.
40. Оценка точности и адекватности статистических моделей.
41. Дисперсия адекватности и оценка ее значимости.
42. Уровни варьирования действующих факторов.
43. Допустимая область факторного пространства.
44. Описание функции отклика степенным полиномом. Оценочные значения коэффициентов степенного полинома.
45. Активный и пассивный эксперимент.
46. План-матрица полного факторного эксперимента  $2^n$ .
47. Организация эксперимента.
48. Определение коэффициентов уравнения регрессии для ортогонального плана.
49. Оценка значимости коэффициентов уравнения и адекватности модели.
50. Планирование эксперимента при поиске области экстремума функции отклика.
51. Планирование эксперимента для метода крутого восхождения (спуска).
52. Симплексное планирование.
53. Планы второго порядка.
54. Критерии оптимальности экспериментальных планов.
55. Центральное композиционное планирование (ЦКП).
56. Стационарные случайные функций и их характеристики.
57. Методы анализа случайных процессов.
58. Спектральное разложение случайного процесса.
59. Рабочая программа и методика испытаний.
60. Энергетическая оценка машин и технологий.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он свободно владеет понятиями, грамотно и логично излагает материал;
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он в основном владеет понятиями и содержанием вопроса, ответ излагает уверенно и логично;
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет представление о сути вопроса и излагает содержание по существу;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, если он не владеет основными понятиями, не умеет достаточно полно изложить суть вопроса.

**Практические работы (ПР).** Допуск к выполнению ПР происходит при условии освоения материала и наличия у аспиранта заполненной таблицы опытных данных в журнале практических работ. Отчет по практической работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада аспиранта по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.



В случае если оформление отчета и доклад аспиранта во время защиты соответствуют указанным требованиям, аспирант получает максимальное количество баллов (15 баллов).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 0,1 являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.
  - отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений.

**Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.**

Зачет/незачет	Требования
Зачет	Аспирант способен применять знания, умения в широкой области профессиональной научной деятельности, успешно действовать на основе приобретенного практического опыта при решении общих и конкретных задач научного поиска
Зачет	Аспирант способен применять знания, умения в широкой области профессиональной научной деятельности, успешно действовать на основе приобретенного практического опыта при решении общих задач научного поиска
Незачет	Аспирант способен применять знания, умения в ограниченной области профессиональной научной деятельности
Незачет	Аспирант не способен применять знания, умения в широкой области профессиональной научной деятельности, успешно действовать на основе приобретенного практического опыта при решении общих задач научного поиска