

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 13.03.2025 15:18:20

Уникальный программный ключ:

3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904

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

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов  
имени академика И.Ф. Бородина



А.Г. Арженовский

«30» августа 2024 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.О.05 «Теория эксперимента»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная.

Год начала подготовки: 2024 г.


Москва, 2024

Разработчик: Белов М.И., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2024 г.

Рецензент: Загинайлов В.И., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 01 «29» августа 2024 г.

И.о. заведующего кафедрой Шабаев Е.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Протокол № 01 «29» августа 2024 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
электрообеспечения и электротехники  
имени академика И.А. Будзко Нормов Д.А., д. т. н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	17
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	21
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	22
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	22
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	22
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	23
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	24
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	25
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	26
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ .....	27
ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	27

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.05 «Теория эксперимента» для подготовки магистра по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение**

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний основных законов естественнонаучных дисциплин, способность решать типовые и стандартные задачи при расчете и выборе электротехнических и теплотехнических устройств; приобретение умений и навыков в области использования современных технологий по обеспечению работоспособности электротехнических и теплотехнических устройств в сельскохозяйственном производстве; изучения методов экспериментальных исследований и испытаний электротехнических и теплотехнических устройств с применением информационно-коммуникационных технологий; применение базовых знаний современных цифровых технологий; развитие технической направленности мышления студентов.

Использование навыков владения программами Mathcad, Scilab, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Демонстрация умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть Блока I «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-2 (ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3).

**Краткое содержание дисциплины:**

Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента. Статистический анализ. Проверка адекватности модели. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент. Планирование отсеивающих экспериментов. Насыщенные планы. Планирование эксперимента при построении линейных и квадратичных уравнений регрессии. Планирование эксперимента при восхождении к оптимуму и поиске оптимальных значений факторов.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 7 зачетных единиц (252 часа).

**Промежуточный контроль:** экзамен.

			ОПК-1.3 Формулирует критерии принятия решения	критерии планирования эксперимента с применением информационно-коммуникационных; современные цифровые инструменты Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point	применять основные законы естественных дисциплин при построении матриц планирования эксперимента, использовать программный интерфейс Scilab, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.; Microsoft Excel при вычислительных процедурах	методами обработки данных эксперимента при расчете и выборе электротехнических и теплотехнических устройств; навыками применения информационно-коммуникативных технологий на базе программных продуктов Scilab, Microsoft Word, Microsoft Power Point, Microsoft Excel и др.
2	ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	методы построения уравнений регрессии с использованием информационно-коммуникационных технологий, программные продукты Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.	применять методы построения уравнений регрессии с использованием информационно-коммуникационных технологий, применять программные продукты Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.	методами построения уравнений регрессии с использованием информационно-коммуникационных технологий, навыками применения программных продуктов Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.
			ОПК-2.2 Проводит анализ полученных результатов	методы анализа уравнений регрессии на компьютере с использованием информационно-коммуникационных; программные продукты Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power	применять методы анализа уравнений регрессии на компьютере с использованием информационно-коммуникационных технологий, применять программные продукты Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot,	методами анализа уравнений регрессии на компьютере с использованием информационно-коммуникационных технологий, навыками применения программных продуктов Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft

7

				Point и др.	Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.	Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.
			ОПК-2.3 Представляет результаты выполненной работы	методы оценки адекватности полученных результатов и формирования отчета с использованием информационно-коммуникационных; программные продукты Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.	применять методы оценки адекватности результатов и формирования отчета с использованием информационно-коммуникационных технологий, применять программные продукты Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.	методами оценки адекватности результатов и формирования отчета с использованием информационно-коммуникационных технологий; навыками применения программных продуктов Scilab, Mathlab, GoogleJamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др.

8

## 1. Цель освоения дисциплины

**Целью освоения** дисциплины «Теория эксперимента» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний основных законов естественнонаучных дисциплин, способность решать типовые и стандартные задачи при расчете и выборе электротехнических и теплотехнических устройств; приобретение умений и навыков в области использования современных технологий по обеспечению работоспособности электротехнических и теплотехнических устройств в сельскохозяйственном производстве; изучения методов экспериментальных исследований и испытаний электротехнических и теплотехнических устройств с применением информационно-коммуникационных технологий; применение базовых знаний современных цифровых технологий, используемых при расчете и выборе электротехнических и теплотехнических устройств; развитие технической направленности мышления студентов.

Использование навыков владения программами Mathcad, Scilab, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter. Zoom и др.

Демонстрация умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Теория эксперимента» включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Теория эксперимента» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория эксперимента» являются: методология научных исследований (1 курс, 1 семестр).

Дисциплина «Теория эксперимента» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: проектирование электроэнергетических систем (2 курс, 4 семестр).

Дисциплина «Теория эксперимента» необходима для выполнения выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Теория эксперимента» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её частей)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1 Формулирует цели и задачи исследования	методы постановки цели и задач эксперимента с применением информационно-коммуникационных технологий, современные цифровые инструменты Scilab, Mathlab, Google-Jamboard, Miro, Kahoot, Mentimeter, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др	формировать матрицы планирования эксперимента при расчете и выборе электротехнических и теплотехнических устройств с применением информационно-коммуникативных технологий, использовать программный интерфейс Scilab, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др, Microsoft Excel при вычислительных процедурах	методикой формирования матриц планирования эксперимента, навыками применения информационно-коммуникативных технологий на базе программных продуктов Scilab, Mathlab, Google-Jamboard, Miro, Kahoot, Mentimeter, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др
			ОПК-1.2 Определяет последовательность решения задач	способы планирования эксперимента с применением информационно-коммуникационных технологий, современные цифровые инструменты Scilab, Mathlab, Google-Jamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др	применять основные законы естественнонаучных дисциплин при построении матриц планирования эксперимента, использовать программный интерфейс Scilab, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др, Microsoft Excel при вычислительных процедурах	методами обработки данных эксперимента при расчете и выборе электротехнических и теплотехнических устройств, навыками применения информационно-коммуникативных технологий на базе программных продуктов Scilab, Mathlab, Google-Jamboard, Miro, Kahoot, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point и др



#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7зач. ед. (252 часа), их распределение по видам работ в семестре № 2 представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. семестре № 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	252
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>56,4</b>	<b>56,4</b>
Аудиторная работа	56,4	56,4
в том числе:		
лекции (Л)	18	18
практические занятия (ПЗ)	36	36
консультация перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>195,6</b>	<b>195,6</b>
Расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)	20	20
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	142	142
Подготовка к экзамену (контроль)	33,6	33,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

##### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1 «Математическое моделирование и элементы регрессионного анализа»	58	6	12		40
Раздел 2 «Планирование полного и дробного факторного эксперимента»	42	4	8		30
Раздел 3 «Планирование экстремального эксперимента»	38	4	4		30
Раздел 4 «Планирование эксперимента при построении квадратичного уравнения регрессии»	40	4	6		30
Раздел 5 «Определение и анализ уравнений регрессии в среде Scilab и MSExcel»	38		6		32
консультация перед экзаменом	2			2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Подготовка к экзамену (контроль)	33,6				33,6
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>252</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>2,4</b>	<b>195,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>252</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>2,4</b>	<b>195,6</b>

#### Раздел 1. Математическое моделирование и элементы регрессионного анализа

##### Тема 1. Математическое моделирование технологического процесса

Рассматриваемые вопросы.

Основные понятия и определения. Классификация математических моделей. Цель математического моделирования. Способы построения математической модели.

##### Тема 2. Случайная величина и ее основные характеристики

Рассматриваемые вопросы.

Одномерная случайная величина. Понятие о генеральной совокупности. Закон распределения случайной величины. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии.

##### Тема 3. Уравнение регрессии и метод наименьших квадратов

Рассматриваемые вопросы.

Независимые и зависимые переменные. Факторы и виды факторов. Факторное пространство. Функция отклика и параметр оптимизации. Результаты наблюдений. Уравнение регрессии и коэффициенты регрессии. Методом наименьших квадратов и его использование при нахождении уравнения регрессии. Линейная, полиномиальная и квадратичные модели регрессии.

##### Раздел 2. Планирование полного и дробного факторного эксперимента

##### Тема 1. Планирование полного факторного эксперимента

Рассматриваемые вопросы.

Две задачи регрессионного анализа при планировании эксперимента. Свойства факторов и требования к факторам. Требования к зависимой переменной уравнения регрессии. Уровни варьирования и интервал варьирования фактора. Кодированные факторы. Факторное пространство и его геометрическая интерпретация. Матрица планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ). Свойства матрицы планирования ПФЭ. Линейное уравнение регрессии и формулы расчета коэффициентов линейной регрессии при планировании ПФЭ. Оценка значимости факторов и адекватности линейного уравнения регрессии

##### Тема 2. Планирование дробного факторного эксперимента (ДФЭ)

Рассматриваемые вопросы.

Смешивание эффектов факторов. Определяющий контраст и генерирующее соотношение. Главный эффект фактора. Построение планов ДФЭ в виде полуреплик, четверть реплик и реплик, кратных степени 2. Формулы расчета коэффициентов линейной регрессии при планировании ДФЭ и оценки главных эффектов факторов и взаимодействий факторов. Оценка значимости факторов и адекватности линейного уравнения регрессии.

##### Раздел 3. Планирование эксперимента при восхождении к оптимуму

##### Тема 1. Задача экстремального поискового эксперимента и план эксперимента крутого восхождения к оптимуму

Рассматриваемые вопросы.

Постановка задачи оптимизации. Градиентный метод поиска экстремума функции. Метод Бокса-Уилсона. Выбор базового фактора. Расчет рабочего шага базового фактора в кодированном и натуральном виде. Формирование мат-

рицы плана эксперимента поиска экстремума функции отклика методом Бокса-Уилсона. Анализ результатов эксперимента и принятие решения о достижении экстремума и нахождении оптимальных значений факторов.

**Раздел 4.** Планирование эксперимента при построении квадратичного уравнения регрессии

**Тема 1.** Планы эксперимента 2-го порядка

Рассматриваемые вопросы.

Описание поверхности отклика уравнением регрессии 2-го порядка. Понятие о композиционных планах второго порядка. Центральная и звездные точки плана. Критерии ортогональности, ротатабельности и D-оптимальности. Ортогональный центральный композиционный план. Плечо звездной точки и условие ортогональности столбцов композиционного плана. Матрицы центрального композиционного плана эксперимента и центрального ортогонального композиционного плана. Расчет коэффициентов регрессии и оценка их значимости. Оценка адекватности уравнения регрессии. Оценка экстремума функции отклика и оптимальных значений факторов.

**Раздел 5.** Определение и анализ уравнений регрессии в среде Scilab и MSExcel

**Тема 1.** Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии в среде Scilab

Рассматриваемые вопросы.

Расчет коэффициентов линейной регрессии в среде Scilab.

**Тема 2.** Определение оптимальных значений факторов по квадратичному уравнению регрессии в среде Scilab.

Рассматриваемые вопросы.

Решение системы линейных алгебраических уравнений в среде Scilab.

**Тема 3.** Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии в среде MSExcel

Рассматриваемые вопросы

Расчет коэффициентов линейной регрессии в среде MSExcel.

#### 4.3. Лекции/практические занятия

Таблица 4

##### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел I «Математическое моделирование и элементы регрессионного анализа»				18
	Тема 1. Математическое моделирование технологического процесса	Лекция № 1. Математическое моделирование технологического процесса (мультимедиа-презентация) Power Point	ОПК-1 (ОПК-1.1), ОПК-2 (ОПК-2.1)		2
		Практическое занятие	ОПК-1	Решение	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		№ 1. Точность и погрешности вычислений. Mentimeter	(ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	типовых задач в условиях ограничения времени	
		Практическое занятие № 2. Программа Scilab и ее основные функции Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Устный опрос	2
	Тема 2. Случайная величина и ее основные характеристики	Лекция № 2. Случайная величина и ее основные характеристики (с мультимедиа-элементами)	ОПК-1 (ОПК-1.1), ОПК-2 (ОПК-2.1)		2
		Практические занятия № 3, № 4. Обработка экспериментальных данных в среде Scilab. Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
		Практическое занятие № 5. Статистические характеристики случайной величины Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Устный опрос	2
	Тема 3. Уравнение регрессии и метод наименьших квадратов	Лекция № 3. Уравнение регрессии и метод наименьших квадратов (лекция-визуализация)	ОПК-1 (ОПК-1.1), ОПК-2 (ОПК-2.1)		2
		Практическое занятие № 6. Построение линейного уравнения регрессии в среде Scilab Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Решение типовых задач на компьютере в условиях ограничения времени	2
2.	Раздел 2 «Планирование полного и дробного факторного эксперимента»				12
	Тема 1. Планирование полного факторного эксперимента (ПФЭ)	Лекция № 4. Планирование полного факторного эксперимента (с мультимедиа-элементами)	ОПК-1 (ОПК-1.1), ОПК-2 (ОПК-2.1))		2
		Практическое занятие № 7. Матрица планирования полного факторного эксперимента ПФЭ $2^k$ , ее свойства и геометрическая интерпретация Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие № 8. Построение линейного уравнения регрессии	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2	Решение типовых задач на компьютере в	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		сии. Оценка значимости коэффициентов и адекватности уравнения Mentimeter	(ОПК-2.2)	условиях ограничения времени	
	<b>Тема 2. Планирование дробного факторного эксперимента (ДФЭ)</b>	Лекция № 5. Планирование дробного факторного эксперимента (мультимедиа-презентация) Power Point	ОПК-1 (ОПК-1.1), ОПК-2 (ОПК-2.1)		2
		Практическое занятие № 9. Построение планов ДФЭ в виде полуреплик, четверть реплик и реплик, кратных степени 2 Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие № 10. Построение линейного уравнения регрессии. Оценка значимости коэффициентов и адекватности уравнения Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Решение типовых задач на компьютере в условиях ограничения времени	2
3	<b>Раздел 3 «Планирование экстремального эксперимента»</b>				8
	<b>Тема 1. Задача экстремального поискового эксперимента и план эксперимента крутого восхождения к оптимуму</b>	Лекции № 6, № 7. Планирование эксперимента при восхождении к оптимуму (лекция-беседа) Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3)		4
		Практические занятия № 11, № 12. Алгоритм планирования экспериментов по методу Бокса-Уилсона и анализ результатов Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3)	Устный опрос	4
4.	<b>Раздел 4 «Планирование эксперимента при построении квадратичного уравнения регрессии»</b>				10
	<b>Тема 1. Планы эксперимента 2-го порядка</b>	Лекции № 8, № 9. Планы эксперимента 2-го порядка. (лекция-визуализация)	ОПК-1 (ОПК-1.1), ОПК-2 (ОПК-2.1)		4
		Практическое занятие № 13. Расчет звездного плеча и составление центрального ортого-	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		нального композиционного плана Mentimeter			
		Практические занятия № 14, 15. Алгоритм расчета коэффициентов регрессии и проверки адекватности уравнения регрессии при ортогональном центральном композиционном планировании эксперимента Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Устный опрос	4
5.	<b>Раздел 5 «Определение и анализ уравнений регрессии в среде Scilab и MSExcel»</b>				6
	<b>Тема 1. Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии в среде Scilab</b>	Практическое занятие № 16. Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии в среде Scilab Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Решение типовых задач на компьютере в условиях ограничения времени	2
	<b>Тема 2. Определение оптимальных значений факторов по квадратичному уравнению регрессии в среде Scilab</b>	Практическое занятие № 17. Определение оптимальных значений факторов по квадратичному уравнению регрессии в среде Scilab Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Решение типовых задач на компьютере в условиях ограничения времени	2
	<b>Тема 3. Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии в среде MSExcel</b>	Практическое занятие № 18. Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии в среде MSExcel. Mentimeter	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2)	Решение типовых задач на компьютере в условиях ограничения времени	2

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 «Математическое моделирование и элементы регрессионного анализа»</b>		
1.	<b>Тема 1. Математическое мо-</b>	Контактное моделирование системы «токоприемник — контактный провод».



№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	делирование технологического процесса	(ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.2))
2.	<b>Тема 2.</b> Случайная величина и ее основные характеристики	Проверка статистических гипотез. Критерии значимости (ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3))
3	<b>Тема 3.</b> Уравнение регрессии и метод наименьших квадратов	Однородность дисперсий и критерий Кохрена (ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3))
<b>Раздел 2 «Планирование полного и дробного факторного эксперимента»</b>		
4.	<b>Тема 1.</b> Планирование полного факторного эксперимента (ПФЭ)	Применение методов ПФЭ для построения нелинейных моделей (ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3))
5	<b>Тема 2.</b> Планирование дробного факторного эксперимента (ДФЭ)	Планирование эксперимента с источниками неоднородностей (ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3))
<b>Раздел 3 «Планирование экстремального эксперимента»</b>		
6	<b>Тема 1.</b> Задача экстремального поискового эксперимента и план эксперимента крутого восхождения к оптимуму	Метод Зайделя (ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3))
<b>Раздел 4 «Планирование эксперимента при построении квадратичного уравнения регрессии»</b>		
7.	<b>Тема 1.</b> Планы эксперимента 2-го порядка	Ротатабельные планы эксперимента (ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3))
<b>Раздел 5 «Определение и анализ уравнений регрессии в среде Scilab и MSExcel»</b>		
8	<b>Тема 1.</b> Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии в среде Scilab	Расчет множественного коэффициента корреляции (ОПК-1 (ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.3))

### 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения с использованием компьютерных технологий для решения задач в компьютерном классе. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «Теория эксперимента» используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

– основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные и групповые консультации;

– основные формы практического обучения: практические занятия в компьютерном классе;

– дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.

– цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Scilab, MicrosoftExcel, MicrosoftPowerPoint, MicrosoftWord).

Кроме этого, при проведении занятий предусмотрено использование современных методов обучения, указанных в таблице 6.

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Математическое моделирование технологического процесса	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
2.	Случайная величина и ее основные характеристики	Информационно-коммуникационная технология (с мультимедиа-элементами)
3.	Уравнение регрессии и метод наименьших квадратов	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
4.	Планирование полного факторного эксперимента	Информационно-коммуникационная технология (с мультимедиа-элементами)
5.	Планирование дробного факторного эксперимента	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
6.	Планирование эксперимента при восхождении к оптимуму	Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter
7.	Планы эксперимента 2-го порядка	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
8.	Расчет звездного плеча и составление центрального ортогонального композиционного плана	Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
9.	Определение оптимальных значений факторов по квадратичному уравнению регрессии в среде Scilab	Информационно-коммуникационная технология (решение типовых задач на компьютере в условиях ограничения времени)
10.	Расчет коэффициентов множественной линейной регрессии в среде MSExcel	Информационно-коммуникационная технология (решение типовых задач на компьютере в условиях ограничения времени)

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Теория эксперимента» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях; решение типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени; выполнение расчетно-графической работы.

**Промежуточный контроль знаний:** экзамен.

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) При изучении дисциплины «Теория эксперимента» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы, а также навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители).

Для выполнения расчетно-графической работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе (учебникам и учебным пособиям), конспектам лекций.

Расчетно-графическую работу студенты выполняют во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носят расчетный характер и оформляются работы в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

#### Примерные темы расчетно-графической работы:

1. Планирование и обработка данных эксперимента по очистке воздуха электростатическим фильтром при построении регрессионной модели второго порядка
2. Планирование и обработка данных эксперимента по очистке воздуха электростатическим фильтром при поиске оптимальных значений факторов

Задание на расчетно-графическую работу:

1. Схемы очистки воздуха двухзонным электростатическим фильтром выбираются в соответствии с индивидуальными данными по варианту.
2. Пыль осаждается на пластинах электродов электростатического фильтра.

3. При неизменных габаритах электростатического фильтра степень очистки воздуха от пыли зависит, в том числе от трех факторов: расстояния между электродами в зоне осаждения, скорости подачи воздуха, разности потенциалов между электродом под напряжением и коллекторным электродом в зоне осаждения.

#### Содержание расчетно-графической работы

##### 1. Расчетная часть

- 1.1. Назначение трех факторов и интервалов их варьирования.
- 1.2. Назначение зависимой переменной (функции отклика) в виде процентной доли частиц пыли диаметром более 0,5 мкм в помещении за заданное время рециркуляции (работы фильтра).
- 1.3. Кодирование факторов и расчет плеча звездных точек.
- 1.4. Составление центрального ортогонального композиционного плана с кодированными факторами, содержащего столбец номера опыта и ортогональные столбцы значений факторов в кодированном виде, квадратичных эффектов и парных взаимодействий кодированных факторов.
- 1.5. Составление таблицы данных эксперимента, содержащей столбец номеров опытов и двух столбцов с данными эксперимента, полученными при двухкратной повторности каждого опыта в строке плана.
- 1.6. Обработка данных эксперимента согласно алгоритму.
- 1.7. Анализ данных и выводы.

##### 2. Графическая часть

- 2.1. Схема очистки воздуха электростатическим фильтром.
- 2.2. Геометрическая интерпретация факторного пространства при центральном ортогональном композиционном планировании.

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Теория эксперимента» выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания, выданного преподавателем.

2) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся (решение задач на ПК в режиме ограничения времени):

**По разделу 1 «Математическое моделирование и элементы регрессионного анализа»**

**Теме 1. Математическое моделирование технологического процесса**

**Практическое занятие № 1. Точность и погрешности вычислений.**

**Задача 1.** Известны абсолютные погрешности  $\Delta I$ ,  $\Delta R$  показаний тока/ амперметром и сопротивления цепи/омметром.

Определить относительную погрешность мощности  $W$ , рассчитываемой по формуле  $W = I^2 R$ .

**Задача 2.** В экспериментах падения камня с высоты  $h$  определяют ускорение свободного падения  $g$ , измеряя время  $t$  и  $h$ . После нескольких измерений получено  $t = 1,6 \pm 0,1$  с;  $h = 14,1 \pm 0,1$  м.

В соответствии с законом Ньютона ускорение определяется по формуле  $g = 2h/t^2$ .

Рассчитать относительную и абсолютную погрешности величины  $g$ .

3) Пример перечня вопросов устного опроса студентов для текущего контроля знаний обучающихся:

**По разделу 1 «Математическое моделирование и элементы регрессионного анализа»**

**Теме 1. Математическое моделирование технологического процесса**

**Практическое занятие № 2. Программа Scilab и ее основные функции.**

Перечень вопросов для устного опроса

1. Можно ли утверждать, что среда Scilab предназначена для проведения научных и инженерных расчетов на компьютере?
2. Можно ли утверждать, что среда Scilab имеет встроенный язык программирования и позволяет реализовать алгоритмы решения сложных математических задач?
3. Можно ли утверждать, что среда Scilab имеет встроенную систему визуального моделирования?
4. Можно ли утверждать, что среда Scilab позволяет моделировать электрические схемы?
5. Что понимается под рабочей областью среды Scilab?
6. Какие арифметические операции используются в среде Scilab и как они записываются?
6. Как записывается оператор присвоения в среде Scilab?
7. Как записываются системные переменные и вещественные числа в среде Scilab?
8. Как вводятся (формируются) вектор и матрица в среде Scilab?
9. Как записываются арифметические выражения в среде Scilab? Приведите пример.
10. Какая стандартная функция в среде Scilab используется для решения системы линейных уравнений и как она записывается?
11. Какая стандартная функция в среде Scilab используется для линейной аппроксимации экспериментальных данных методом наименьших квадратов и как она записывается?

4) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Понятие приближенного числа и погрешности. Абсолютная и относительная погрешности. Оценки погрешностей при математических операциях.
2. Моделирование и виды моделей при исследовании технологических процессов.
3. Математическое моделирование и математические модели.
4. Основные характеристики случайной величины: элементарное событие, вероятность, непрерывные и дискретные случайные величины, вариационный ряд, гистограмма, точечные оценки параметров случайной величины.

5. Определения закона распределения непрерывной случайной величины и плотности распределения. Геометрические представления функции распределения и плотности распределения случайной величины.

6. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины. Нормальное распределение.

7. Основные характеристики случайной величины (выборочное среднее, оценка дисперсии и среднеквадратическое отклонение..).

8. Распределение Стьюдента (t-распределение).

9. Распределение Фишера (F-распределение).

10. Элементы регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов.

11. Расчет коэффициентов регрессии с использованием метода наименьших квадратов.

11. Свойства факторов и зависимой переменной модели регрессии.

12. Линейная модель регрессии.

13. Полиномиальная модель регрессии.

14. Кодирование факторов.

15. Матрица планирования эксперимента, полный факторный эксперимент с двумя факторами ПФЭ  $2^2$ . Факторное пространство и геометрическая интерпретация ПФЭ  $2^2$ .

16. Полный факторный эксперимент с тремя факторами ПФЭ  $2^3$ . Факторное пространство и геометрическая интерпретация ПФЭ  $2^3$ .

17. Свойства матрица ПФЭ; формулы для расчета коэффициентов регрессии.

18. Определяющий контраст и генерирующее соотношение. Дробный факторный эксперимент ДФЭ  $2^{3-1}$ . Пример.

19. Определяющий контраст и генерирующие соотношения. Дробный факторный эксперимент ДФЭ  $2^{4-1}$ . Пример.

20. Определяющий контраст и генерирующие соотношения. Дробный факторный эксперимент ДФЭ  $2^{5-2}$ . Пример.

21. Проверка значимости коэффициентов регрессии и ошибка воспроизводимости.

22. Проверка однородности дисперсий в параллельных опытах

23. Проверка адекватности линейного уравнения регрессии.

24. Планирование экстремального эксперимента. Постановка задачи оптимизации.

25. Планирование экстремального эксперимента. Градиентный метод поиска.

26. Планирование экстремального эксперимента. Метод Бокса-Уилсона и расчет шага в кодированном виде.

27. Планирование экстремального эксперимента. Расчет шага в натуральном виде и матрица планирования эксперимента крутого восхождения к оптимуму.

28. Алгоритм планирования и проведения экспериментов по методу Бокса-Уилсона.

29. Планирование экстремального эксперимента. Анализ результатов и принятие решения.



30. Основные понятия о центральных композиционных планах второго порядка. Центральная точка. Звездная точка.

31. Условие ортогональности центральных композиционных планов второго порядка. Формула для расчета плеча звездной точки плана.

32. Пример ортогонального центрального композиционного плана второго порядка при эксперименте с двумя факторами. Геометрическая интерпретация плана.

33. Пример ортогонального центрального композиционного плана второго порядка при эксперименте с тремя факторами. Геометрическая интерпретация плана.

34. Анализ регрессионной модели второго порядка.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Теория эксперимента» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Знания оцениваются по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания результатов обучения представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
<b>Высокий уровень «5» (отлично)</b>	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
<b>Средний уровень «4» (хорошо)</b>	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
<b>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</b>	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
<b>Минимальный уровень «2»</b>	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные

<b>(неудовлетворительно)</b>	задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>
------------------------------	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Гайдар, С.М. Планирование и анализ эксперимента [Текст]: учебник / С.М. Гайдар. – М.: издательство ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 548 с
2. Гефан, Г. Д. Основы теории эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. Д. Гефан, Н. К. Ширяева. - Иркутск :ИрГУПС, 2017. – 136 с. – Режим доступа: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/134675](https://e.lanbook.com/book/134675)  
Книга из коллекции ИрГУПС - Инженерно-технические науки
3. Горленко, О. А. Основы теории эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева, А. С. Проскурин. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан.col. – М.: Юрайт, 2023. – 180 с. - (Высшее образование). – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/517904>
4. Левшин, А.Г. и др. Планирование и организация эксперимента [Текст]: учебное пособие/ А.Г. Левшин. – М.: издательство РГАУ-МСХА, 2016. – 65 с.
5. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. - 2-е изд., пер. и доп. - Электрон. дан.col. – Москва: Юрайт, 2023. – 495 с. - (Высшее образование). – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/510480>
6. Юсупов, Р.Х., Шеповалова Л.Н. Основы планирования эксперимента [Текст]: / Р.Х. Юсупов, Л.Н. Шеповалова. – РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. – 66 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Абрамова, И. В. Теория планирования эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Абрамова, З. В. Шилова. - Соликамск: СГПИ филиал ПГНИ, 2020. – 157 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/264287>
2. Изаков, Ф.Я. Планирование эксперимента и обработка опытных данных [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов по агроинж. спец. / Ф. Я. Изаков ; Челябинский государственный агроинженерный университет. – Челябинск: [б. и.], 2003. – 102 с.
3. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических методов [Текст]: учебное пособие / Н. И. Сидняев. – М.: Юрайт, 2011. – 399 с.
4. Смирязев, А. В. Теория планирования эксперимента [Текст]: методические указания / А. В. Смирязев; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва), Факультет агрономии и биотех-



### 7.3 Нормативные правовые акты

1. Закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» № 301 от 5.05.2017 г.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистратуры) № 147 от 28.02.2018 г.

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Теория эксперимента» являются лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

На лекциях излагается теоретический материал, практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Scilab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft PowerPoint, Mentimeter, Zoom и др., Интернет, электронные ресурсы технических библиотек, а также интернет-ресурсы:

1. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ).
2. Издательский центр «Академия» <http://www.academia-moscow.ru/catalogue> (открытый доступ).
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com> (открытый доступ).
4. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com> (открытый доступ).
5. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
6. <http://www.cnsbh.ru/elbib.shtml> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).
7. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова [www.library.timacad.ru/](http://www.library.timacad.ru/) (открытый доступ).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).
  - <https://psytests.org/iq/shtur/shturA-run.html>
  - <https://portal.timacad.ru>
  - <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1 «Математическое моделирование и элементы регрессионного анализа»	Scilab	Расчетная	Scilab Enterprises	2017
		Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
2.	Раздел 2 «Планирование полного и факторного эксперимента»	Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	<a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2014
		Scilab	Расчетная	Scilab Enterprises	2017
		Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
3.	Раздел 3 «Планирование экстремального эксперимента»	Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	<a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2014

4.	Раздел 4 «Планирование эксперимента при построении квадратичного уравнения регрессии»	Scilab	Расчетная	Scilab Enterprises	2017
		Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
5.	Раздел 5 «Определение и анализ уравнений регрессии в среде Scilab и MS Excel»	Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	<a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2014
		Scilab	Расчетная	Scilab Enterprises	2017
		Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	<a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2014

#### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2: компьютеров – 26 шт., проектор Acer H6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	

Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	
--	--

#### 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Учебный курс «Теория эксперимента» является одним из основных в направлении 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение. В этом курсе студент получает знания о методах, используемых при экспериментальных исследованиях устройств электроснабжения и теплотехники в сельскохозяйственном производстве. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа в аудитории) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся. Учебные занятия представлены следующими видами и проведением текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- индивидуальные и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Теория эксперимента» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*.
2. На *практических* занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.
3. Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропроммаш», «Золотая осень», «Интерсвет» и др.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение расчетно-графической работы.

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

**Расчетно-графическую работу** выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

## Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме практического занятия.

### 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Теория эксперимента», согласно структуре, являются лекции, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

Преподавание дисциплины «Теория эксперимента» требует особых методических подходов вследствие специфики общей подготовки студентов:

1. Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. На лекциях излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения.

Практические занятия целесообразно проводить в компьютерном классе в интерактивной форме. Первый час занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания на компьютере. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных баз данных.

Программу разработал:

Белов М.И., д.т.н., профессор

(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.05 «Теория эксперимента» ОПОП ВО по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение (квалификация выпускника – магистр)

Загинайловым Владимиром Ильичем, профессором кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Теория эксперимента» ОПОП ВО по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение (квалификация выпускника – магистр) разработанной в институте механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина (разработчик – Белов Михаил Иванович, профессор, доктор технических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Теория эксперимента» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Энергоснабжение.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Теория эксперимента» закреплены **2 компетенции (6 индикаторов достижения компетенции)**. Дисциплина «Теория эксперимента» и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Теория эксперимента» составляет 7 зачётных единиц (252 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Теория эксперимента» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Теория эксперимента» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, выполнение расчетно-графической работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.



Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, относящейся к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергоснабжение.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Теория эксперимента» представлено: основной литературой – 6 источников, дополнительной литературой – 4 наименования, периодическими изданиями – 4 источника со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Теория эксперимента» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Теория эксперимента».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Теория эксперимента» ОПОП ВО по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение (квалификация выпускника – магистр), разработанная Беловым М.И., профессором, доктором технических наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Загинайлов В.И., профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук

(подпись)

« 29 » августа 2024 г.