

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Апатенко Алексей Сергеевич

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

Дата подписания: 27.11.2023 11:35:56

Уникальный программный ключ:

966df42f20792acade08f7f8f984d66d010981da

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора института механики
и энергетики им. В.П. Горячкина

по учебной работе

Н.А. Шевкун

2023 г.



**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.В.01 Аналитические и численные методы планирования эксперимента**

для подготовки магистров

Направление: 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Направленность: «Цифровизация автомобильного хозяйства»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2023

Курс 1

Семестр 2

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

Разработчик: Карапетян Мартик Аршалуйсович, д.т.н., профессор кафедры «Технический сервис машин и оборудования»



«28» 08 2023 г.

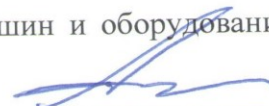
Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры технического сервиса машин и оборудования протокол № 1 от «28» 08 2023 г.

Зав. кафедрой технического сервиса машин и оборудования Апатенко А.С., д.т.н., доцент



Лист актуализации принят на хранение:

Зав. кафедрой технического сервиса машин и оборудования Апатенко А.С., д.т.н., доцент



«01» 09 2023г.



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

Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкина
Кафедра «Технический сервис машин и оборудования»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и
энергетики им. В.П. Горячкина
И.Ю. Игнаткин
« 16 » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01

**Аналитические и численные методы планирования эксперимента
для подготовки магистров**

ФГОС ВО

Направление: 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Направленность: «Цифровизация автомобильного хозяйства»

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчики:

Карапетян Мартик Аршалуйсович, д.т.н., профессор кафедры «Технический сервис машин и оборудования»

М. Карапетян

«29» 08 2022 г.

к.т.н., Голиницкий Павел Вячеславович, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством

П. Голиницкий

«01» 09 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профессиональных стандартов 13.001 «Специалист в области механизации сельского хозяйства», 33.005 «Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре», ОПОП и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры технического сервиса машин и оборудования

протокол № 1 от «29» 08 2022 г.

Зав. кафедрой технического сервиса машин и оборудования Апатенко А.С., д.т.н., доцент

А. Апатенко

«01» 09 2022 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института Механики и Энергетики им. В.П. Горячкина,

В.П. Горячкина

«15» 09 2022 г.

Протокол № 2 от 15.09.2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой тракторов и автомобилей
Дидманидзе О.Н., академик РАН, д.т.н., профессор

«16» 09 2022 г.

О.Н. Дидманидзе

Зав.отделом комплектования ЦНБ

Е.И. Еришова

Содержание

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	13
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	15
4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	18
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	21
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	24
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	25
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	26
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	26
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	26
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	27
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ ...	27
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	28
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	28
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01 «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» для подготовки магистров по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленности «Цифровизация автомобильного хозяйства».

Цель освоения дисциплины: в соответствии с компетенциями по дисциплине подготовка квалифицированных кадров в области системных представлений о современной теории инженерного эксперимента, организовывать и проводить оценку новых и усовершенствованных образцов -транспортно-технологических машин, разрабатывать рекомендации по повышению эксплуатационных свойств, осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода **с применением инструментов цифровых технологий**, а также формирование и развитие у магистрантов социально-личностных лидерских качеств (ответственности, коммуникативности, целеустремленности, организованности, трудолюбия, общей культуры и др.), позволяющих реализовать сформированные компетенции в профессиональной деятельности.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в перечень вариативной части дисциплин учебного плана для подготовки магистров по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (направленность «Цифровизация автомобильного хозяйства»).

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие универсальные компетенции: УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3

Краткое содержание дисциплины: Дисциплина освещает основные понятия и методики в области Планирования эксперимента по следующим темам: Основы планирования эксперимента. Общие представления о планировании экспериментов. Активный и пассивный эксперимент. Классификация экспериментальных планов. Планы дисперсионного анализа и отсеивающего эксперимента. Определение экспериментальной области факторного пространства. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения. Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Свойства полного факторного эксперимента. Свойства дробного факторного экспериментов. Обработка результатов эксперимента, корреляционный и регрессионный анализ, метод наименьших квадратов. Обработка результатов эксперимента, корреляционный и регрессионный анализ, метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов. Задачи оптимизации и математическое описание влияния каждого фактора на функцию оптимизации. Целевая функция оптимизации и планирование эксперимента. Проведение эксперимента и обработка результатов опытов. Статистический анализ и оценка точности эксперимента.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов, в том числе 4 часа практической подготовки).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих подготовку квалифицированных кадров в области системных представлений о современной теории инженерного эксперимента, организовывать и проводить оценку новых и усовершенствованных образцов -транспортно-технологических машин, разрабатывать рекомендации по повышению эксплуатационных свойств, осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода с применением инструментов цифровых технологий, а также формирование и развитие у студентов социально-личностных, лидерских качеств (ответственности, коммуникативности, целеустремленности, организованности, трудолюбия, общей культуры и др.), позволяющих реализовать сформированные компетенции в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональным стандартом 13.001 «Специалист в области механизации сельского хозяйства», 33.005 «Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре», ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Дисциплина «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» является базовой для изучения следующих дисциплин: Надежность и техническая безопасность транспортных и транспортно-технологических машин, Современные проблемы и направления развития технической эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин, Современные ERP-платформы: цифровизация, энерго и ресурсосбережение сервисно-эксплуатационной деятельности, Научно-исследовательская работа, Управления функционированием и развитием реинжиниринга эксплуатации транспортно-технологических машин, Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является получение представления о численных и аналитических методах планирования экспериментов при разработке новых и модернизированных транспортных и технологических машин для развития отрасли, ее значимости в народно-хозяйственном процессе в масштабах отдельного региона и страны в целом, перспектив трансформации цифровых технологий.

Рабочая программа дисциплины «Аналитические и численные методы планирования 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

В результате освоения дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» у обучающихся формируются следующие универсальные и профессиональные компетенции: УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3. Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Владение цифровыми компетенциями предполагает умение формулировать задачи в области Data Science

Планирование и организация работы

Иметь навык использования облачных сервисов для хранения и совместного использования файлов

Сбор данных

Знать основные источники данных в интернете и университетской подписке, относящиеся к данной предметной области

Иметь навык использования интернет-браузеров для поиска информации, относящейся к предметной области

Иметь навык скачивания и\или переноса данных в программную среду для дальнейшего анализа

Уметь использовать библиографические менеджеры для сбора и хранения источников литературы

Иметь навык выгрузки и\или переноса данных в программную среду для дальнейшего анализа

Подготовка данных

Уметь использовать MS Word и MS Excel на базовом уровне для описания данных

Визуализация данных

Знать базовые принципы визуализации данных в привязке к предметной области

Уметь использовать MS Power Point и MS Excel для построения графиков и диаграмм

Уметь выбирать тип визуализации под конкретную профессиональную задачу

Уметь использовать Excel на базовом уровне для построения графиков и диаграмм

Интерпретация и подготовка отчетов

Уметь использовать PowerPoint и EndNote для подготовки презентаций

Уметь использовать библиографические менеджеры для цитирования источников

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	знать об основных принципах планирования научного эксперимента, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	уметь составлять планы отсеивающего эксперимента и проводить обработку результатов эксперимента, посредством электронных интернет ресурсов.	навыками анализа научной информации в своей предметной области, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom
2.			УК-1.2 Находит и критически анализирует, определяет проблемы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации стратегии действий	Знать основы системного подхода для решения проблемы, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	Анализировать проблемы в информации, посредством электронных интернет ресурсов	демонстрировать способность использования аналитических и численных методов для обоснования решений управленческих задач, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством

						Outlook, Miro, Zoom
3.			УК-1.3 Рассматривает возможные варианты стратегии действий, действий, достоинства и недостатки, критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	знать представление о выборе плана при поиске оптимальных условий и экстремума функции отклика, регрессионном и дисперсионном анализе данных, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	Провести анализ о надежности различных источников информации, посредством электронных интернет ресурсов	Навыками планирования одно-многофакторного эксперимента, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom
4.			УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	Системные и междисциплинарные подходы.	вырабатывать стратегию действий, посредством электронных интернет ресурсов	навыками обработки результатов эксперимента, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom
5.	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее	основы методов оценки результатов исследований, в том числе с применением	подготавливать исходную информацию для планирования экспериментов, посредством	применять полученные знания с целью обоснования эффективности принятых

			решения через реализацию проектного управления	ем современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	электронных интернет ресурсов	инженерных и управленческих решений, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom
6.			УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	термины и определения планирования экспериментов, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	планировать многофакторные эксперименты и строить матрицы планирования эксперимента, посредством электронных интернет ресурсов	навыками планирования и проведения эксперимента, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom
7.			УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования	Составить план эксперимента	Разработать план реализации проекта	Использовать методы планирования
8.	УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), опти-	способы представления научно-технической информации	организовать работу по проведению эксперимента;	навыками создания математических моделей исследуемых объектов.

		совершенствования на основе самооценки	мально их использует для успешной деятельности в рамках определенных приоритетов			
9.	ПКос-5.	Способен организовывать и проводить оценку новых и усовершенствованных образцов наземных-транспортно-технологических машин, разрабатывать рекомендации по повышению эксплуатационных свойств	ПКос-5.1 Способен разрабатывать рабочие программы-методики оценки и испытания новых и усовершенствованных образцов наземных транспортно-технологических машин, включая прием и подготовку образца	основы проведения и обработки результатов эксперимента	обрабатывать полученные результаты проведенного эксперимента.	навыками проведения экспериментов.
10.			ПКос-5.2 Способен проводить оценку функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	Эксплуатационные качества образцов наземных-транспортно-технологических машин.	Оценить функциональные, энергетические и технические параметры наземных транспортно-технологических машин	Способы реализации о планах первого и второго порядка, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Mi- ro, Zoom
11.			ПКос-5.3 Способен проводить оценку надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-	Параметры оценки надежности и эргономичности машин.	Разрабатывать математические модели исследуемых объектов, по- средством электронных интернет ресурсов	Составить протоколы испытаний.

			технологических машин с подготовкой протоколов испытаний			
--	--	--	--	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» в соответствии с действующим Учебным планом изучается на первом курсе во втором семестре на кафедре «Технический сервис машин и оборудования».

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3,0 зачётные единицы (108 академических часа, 4 часа практической подготовки), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2.

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. Всего	семестр
		№1
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/4	108/4
1. Контактная работа:	32,35/4	32,35/4
Аудиторная работа	32,35/4	32,35/4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16/4	16/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	75,65	75,65
<i>Контрольная работа (подготовка)</i>	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	56,65	56,65
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:		Зачет с оценкой

4.2 Содержание дисциплины

Дисциплина «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» включает в себя три раздела для аудиторного и самостоятельного изучения.

Тематический план дисциплины представлен в таблице 3.

Таблица 3.

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Испытания и планирование эксперимента»	32.65	6	6			20.65
Раздел 2 «Дробный факторный и полный факторный эксперимент»	24/2	4	4/2			16
Раздел 3 «Этапы разработки математических зависимостей»	32/2	6	6/2			20
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	9					9
<i>Контрольная работа (подготовка)</i>	10					10
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0.35				0.35	
Итого по дисциплине	108/4	16	16/4		0.35	75.65

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1 Испытания и планирование эксперимента.

Тема 1.1. Основы планирования эксперимента. Основные понятия и определения. Общие представления о планировании экспериментов. Активный и пассивный эксперимент.

Тема 1.2. Классификация экспериментальных планов.

Классификация экспериментальных планов. Научный и промышленный эксперимент. Планы дисперсионного анализа и отсеивающего эксперимента.

Тема 1.3. Математическое планирование эксперимента.

Постановка задачи выбор параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения.

Раздел 2 Дробный факторный и полный факторный эксперимент

Тема 2.1. Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Свойства полного факторного эксперимента. Свойства дробного факторного экспериментов. Рототабельность.

Тема 2.2. Обработка результатов эксперимента.

Обработка результатов эксперимента, корреляционный и регрессионный анализ, метод наименьших квадратов.

Раздел 3 Этапы разработки математических зависимостей

Тема 3.1. Расчет коэффициентов зависимости и проверка их статической значимости.

Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов.

Тема 3.2. Выбор вида зависимости и планирование эксперимента.

Задачи оптимизации и математическое описание влияния каждого фактора на функцию оптимизации. Целевая функция оптимизации и планирование эксперимента.

Тема 3.3. Проведение эксперимента и обработка результатов опытов.

Статистический анализ и оценка точности эксперимента. Первичная и вторичная обработка. Подбор формул по опытным данным.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практические занятия и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Испытания и планирование эксперимента.				12
	Тема 1.1 Основы планирования эксперимента. Основные понятия и определения. Общие представления о планировании экспериментов. Активный и пассивный эксперимент.	Лекция № 1.1 Исследовательские испытания и планирование эксперимента.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3		2
		Практическая работа №1.1 План эксперимента. Полный факторный эксперимент, в том числе с применением современных цифровых инструментов	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3	Устный опрос	2
	Тема 1.2. Классификация экспериментальных планов. Научный и промышленный эксперимент. Планы дисперсионного анализа и отсеивающего эксперимента.	Лекция № 1.2 Классификация экспериментальных планов.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3		2
		Практическая работа №1.2 Проверка статических гипотез. Регрессионный анализ результатов эксперимента, в том числе с применением современных цифровых инструментов	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3	Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		инструментов			
	Тема 1.3. Постановка задачи выбора параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения.	Лекция №1.3 Математическое планирование эксперимента.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3		2
		Практическая работа №1.3. Планирование регрессивного эксперимента, в том числе с применением современных цифровых инструментов	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3	Устный опрос	2
2	Раздел 2. Дробный факторный и полный факторный эксперимент				8/2
	Тема 2.1 Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Свойства полного факторного эксперимента. Свойства дробного факторного экспериментов. Ротатабельность	Лекция №2.1 Свойства дробного и полного факторного эксперимента.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3		2
		Практическая работа №2.1. Метод крутого восхождения. Метод Бокса-Уилсона	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3	Устный опрос	2/2
	Тема 2.2 Обработка результатов эксперимента, корреляционный и регрессионный анализ, метод наименьших квадратов.	Лекция №2.1 Обработка результатов эксперимента.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3		2
		Практическая работа №2.2. Многофакторный дисперсионный анализ	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3	Устный опрос	2
3	Раздел 3. Этапы разработки математических зависимостей				12/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Тема 3.1 Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов.	Лекция №3.1 Расчет коэффициентов зависимости и проверка их статической значимости.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3		2
		Практическая работа №3.1. Проверка адекватности регрессионных моделей, в том числе с применением современных цифровых инструментов	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3	Устный опрос	2
	Тема 3.2 Задачи оптимизации и математическое описание влияния каждого фактора на функцию оптимизации. Целевая функция оптимизации и планирование эксперимента.	Лекция №3.2 Выбор вида зависимости и планирование эксперимента.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3		2
		Практическая работа №3.2. Планирования эксперимента для построения моделей первого и второго порядка, в том числе с применением современных цифровых инструментов	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3	Устный опрос	2/2
	Тема 3.3 Статистический анализ и оценка точности эксперимента. Первичная и вторичная обработка. Подбор формул по опытным данным	Лекция №3.3 Проведение эксперимента и обработка результатов опытов.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3		2
		Практическая работа №3.3. Методы экспериментальной оптимизации	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3	Устный опрос	2

4.3. Самостоятельное изучение тем дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 Испытания и планирование эксперимента.		
1.	Тема 1.1 Основы планирования эксперимента. Основные понятия и определения. Общие представления о планировании экспериментов. Активный и пассивный эксперимент.	Характеристики случайных величин. Оценка параметров: точечные и интервальные. Определение точечных оценок методом максимального правдоподобия. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
2.	Тема 1.2 Классификация экспериментальных планов. Научный и промышленный эксперимент. Планы дисперсионного анализа и отсеивающего эксперимента.	Планирование экстремального эксперимента. Метод крутого восхождения Бокса-Уилсона. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
3	Тема 1.3 Постановка задачи выбор параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения	Планирование эксперимента для построения моделей второго порядка. Планирование эксперимента по выделению существенных факторов. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
Раздел 2. Дробный факторный и полный факторный эксперимент		
1	Тема 2.1 Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Свойства полного факторного эксперимента. Свойства дробного факторного экспериментов. Рототабельность	Определение необходимого числа эксперимента. Планирование многофакторного и однофакторного эксперимента (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
2	Тема 2.2 Обработка результатов эксперимента, корреляционный и регрессионный анализ, метод наименьших квадратов	Методы определения погрешности измерений. <u>Метод Корнфельда</u> , Средняя квадратическая погрешность, абсолютная и относительная погрешность (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
Раздел 3. Этапы разработки математических зависимостей		
1	Тема 3.1 Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов.	Источники и классификация погрешностей измерений. Оценка истинного значения измерения величины (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
2	Тема 3.2 Задачи оптимизации и математиче-	Определение параметров математических моделей, проверка их адекватности. Точность результатов испытаний.

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ское описание влияния каждого фактора на функцию оптимизации. Целевая функция оптимизации и планирование эксперимента	(УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
3	Тема 3.3 Статистический анализ и оценка точности эксперимента. Первичная и вторичная обработка. Подбор формул по опытным данным	Статистический анализ выборочных совокупностей. Методы первичной обработки экспериментальных данных (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.4, УК-6.1, ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» используются формы обучения:

- *активные образовательные технологии (АОТ)*: подготовка и защита контрольной работы; участие в научных конференциях; самостоятельная работа; работа с информационными ресурсами.
- *интерактивные образовательные технологии (ИОТ)*: компьютерные симуляции, дискуссионные, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, рефлексивные технологии, психологические и иные тренинги и т.п.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	2	3	4
1	Раздел 1 «Испытания и планирование эксперимента»	Лекция № 1.1 Исследовательские испытания и планирование эксперимента.	<i>АОТ</i> : - лекция-установка
2		Практическая работа №1.1 План эксперимента. Полный факторный эксперимент, , посредством применения готовых прикладных программных продуктов, электронных ресурсов официальных сайтов	<i>ИОТ</i> : - организационно-деятельная игра
3		Лекция № 1.2 Классификация экспериментальных планов.	<i>АОТ</i> : - лекция-проблема
4		Практическая работа №1.2 Проверка статических гипотез. Регрессионный анализ результатов эксперимента, , посредством применения готовых прикладных программных продуктов, электронных ресурсов официальных сайтов	<i>ИОТ</i> : - технология ситуационного анализа

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	2	3	4
5		Лекция №1.3 Математическое планирование эксперимента.	<i>АОТ:</i> - лекция-визуализация
6		Практическая работа №1.3. Планирование регрессивного эксперимента, , посредством применения готовых прикладных программных продуктов, электронных ресурсов официальных сайтов	<i>ИОТ:</i> - организационно-деятельная игра
7	Раздел 2 «Дробный факторный и полный факторный эксперимент»	Лекция №2.1 Свойства дробного и полного факторного эксперимента.	<i>АОТ:</i> - лекция-визуализация
8		Практическая работа №2.1. Метод крутого восхождения. Метод Бокса- Уилсона	<i>ИОТ:</i> - организационно-деятельная игра
9		Лекция №2.1 Обработка результатов эксперимента.	<i>АОТ:</i> - лекция-визуализация
10		Практическая работа №2.2. Многофакторный дисперсионный анализ, посредством применения готовых прикладных программных продуктов, электронных ресурсов официальных сайтов	
11	Раздел 3 «Этапы разработки математических зависимостей»	Лекция №3.1 Расчет коэффициентов зависимости и проверка их статической значимости.	
12		Практическая работа №3.1. Проверка адекватности регрессионных моделей, в том числе с применением современных цифровых инструментов	
13		Лекция №3.2 Выбор вида зависимости и планирование эксперимента.	<i>АОТ:</i> - лекция-проблема
14		Практическая работа №3.2. Планирования эксперимента для построения моделей первого и второго порядка, в том числе с применением современных цифровых инструментов	<i>ИОТ:</i> - технология ситуационного анализа
15		Лекция №3.3 Проведение эксперимента и обработка результатов опытов.	<i>АОТ:</i> - лекция-визуализация

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	2	3	4
16		Практическая работа №3.3. Методы экспериментальной оптимизации	<i>ИОТ:</i> - организационно-деятельная игра

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

При изучении разделов дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль: успеваемости студентов осуществляется в процессе освоения дисциплины в форме контроля посещаемости студентами лекционных и практических занятий; с помощью опроса по теме лекционного и практических занятий; оценки самостоятельной работы студентов по подготовке к лекционным и практическим занятиям, а также по выполнению контрольной работы.

Промежуточный контроль знаний: проводится в форме контроля по дисциплине – зачет с оценкой.

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

1) При изучении дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы.

Тема контрольной работы выбирается в соответствии с утвержденной темой магистерской диссертацией по разделу «Планирование эксперимента»

Примерные вопросы для контрольной работы

1. Понятие фактора. Требования к факторам
2. Опыт и эксперимент. Факторное пространство. Отклик
3. План эксперимента. Его свойства.
4. Проверка статических гипотез
5. Вероятность суммы двух совместных событий.
6. Вероятность произведения для зависимых событий.

7. Разложение функции отклика в степенной ряд.
8. Ортогональное планирование эксперимента.
9. Планы полного факторного эксперимента.
10. Планы второго порядка.
11. Рототабельные планы.
12. Планы второго порядка с единичной областью планирования.
13. Основы дисперсионного анализа.
14. Многофакторный дисперсионный анализ
15. Типы планов при регрессионном анализе
16. Методика проведения эксперимента для однофакторного регрессионного анализа.
17. Назовите виды планирования при проведения активных экспериментов
18. Планы дробного факторного эксперимента.
19. Методы оптимизации по математической модели
20. Статистический поиск
21. Последовательный поиск
22. Виды регрессионных моделей. Определение размерности модели.

2) Перечень вопросов к устному опросу

Практическое занятие № 1.1. План эксперимента. Полный факторный эксперимент.

1. Понятие фактора. Требования к факторам
2. Опыт и эксперимент. Факторное пространство. Отклик
3. План эксперимента. Его свойства.

Практическое занятие № 1.2. Статическая оценка неизвестных параметров. Проверка статических гипотез. Регрессионный анализ результатов эксперимента

1. Проверка статических гипотез
2. Вероятность суммы двух совместных событий.
3. Вероятность произведения для зависимых событий. Формула Байеса

Практическое занятие № 1.3. Планирование регрессивного эксперимента

1. Разложение функции отклика в степенной ряд. Кодирование факторов.
2. Ортогональное планирование эксперимента.
3. Планы полного факторного эксперимента.

Практическое занятие № 2.1. Метод крутого восхождения. Метод Бокса-Уилсона

1. Планы второго порядка.
2. Рототабельные планы.
3. Планы второго порядка с единичной областью планирования.

Практическое занятие № 2.2. Многофакторный дисперсионный анализ

1. Основы дисперсионного анализа.
2. Однофакторный дисперсионный анализ
3. Многофакторный дисперсионный анализ

Практическое занятие № 3.1 Проверка адекватности регрессионных моделей

1. Виды регрессионных моделей. Определение размерности модели
2. Типы планов при регрессионном анализе
3. Методика проведения эксперимента для однофакторного регрессионного анализа.

Практическое занятие № 3.2. Планирования эксперимента для построения моделей первого и второго порядка

1. Назовите виды планирования при проведении активных экспериментов
2. Планы дробного факторного эксперимента.
3. Насыщенные планы первого порядка

Практическое занятие № 3.3 Методы экспериментальной оптимизации

1. Методы оптимизации по математической модели
2. Статистический поиск
3. Последовательный поиск

Критерии оценивания устного опроса проводится по системе полноты ответа: «ответ полный», «ответ не полный» представлены в таблица 7.

Таблица 7

Оценка	Характеристика ответа
Ответ полный	Зачет заслуживает магистрант, 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. Также зачет заслуживает магистрант, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, в основном сформировал практические навыки. Зачет также может получить магистрант, если он частично с пробелами освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания выполнил, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы
Ответ не полный	Незачет заслуживает магистрант, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

3) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)

1. Понятие фактора. Требования к факторам

2. Опыт и эксперимент. Факторное пространство. Отклик.
3. План эксперимента. Его свойства.
4. Виды отклика. Оценка отклика.
5. Оценка при случайной функции отклика .
6. Этапы предпланирования эксперимента. Понятие модели.
7. Априорное ранжирование факторов как метод уменьшения размерности факторного пространства.
8. Виды математических моделей
9. Однофакторный дисперсионный анализ.
10. Проверка равенства заданной величины ожидаемой, равенства средних значений.
11. Проверка равенства дисперсий и отсутствия дрейфа величины отклика.
12. Определение количества опытов в каждой точке плана.
13. Дисперсионный анализ- основные понятия и область использования
14. Двухфакторный дисперсионный анализ
15. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе
17. Понятие корреляционной зависимости.
18. Корреляционная таблица. Обработка данных корреляционной таблицы
19. Многомерная корреляция. Типы корреляционных коэффициентов.
20. Корреляционные уравнения.
21. Регрессионный анализ. Основные понятия и принципы планирования эксперимента
22. Типы планов при регрессионном анализе
24. Виды регрессионных моделей. Определение размерности модели
26. Методика проведения эксперимента для однофакторного регрессионного анализа
27. Проверка адекватности регрессионных моделей
28. Методика проведения эксперимента для многофакторного регрессионного анализа без учета взаимодействия факторов
29. Методика проведения эксперимента для многофакторного регрессионного анализа с взаимодействием факторов
30. Построение нелинейных регрессионных моделей
31. Оптимизационный эксперимент- основные понятия.
32. Этапы решения оптимизационной задачи
33. Методы однофакторного поиска
34. Этапы многофакторного поиска

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

Для допуска к промежуточному контролю (зачет с оценкой) по дисциплине «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» магистранту в семестре необходимо выполнить учебный план по дисциплине

плине, включающий в себя посещение лекционных и практических занятий, выполнение и защиту контрольной работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости магистранта.

Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» представлены в таблица 8.

Таблица 8

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	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. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	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. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	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. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кравченко И.Н. Изобретательство и патентование: учебное пособие // И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, А.С. Дорохов, Ю.А. Шамарин. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 202 с. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/3337.pdf>
2. Кравченко, Игорь Николаевич Управление технологическими процессами технического сервиса [Текст] / И. Н. Кравченко, В.М. Корнеев. - М. : Издательство РГАУ - МСХА, 2016. - 65 с.

3. Техническая эксплуатация автомобилей: Допущено Федеральным УМО в качестве учебника по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", уровень образования - "магистратура", 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", уровень образования - "специалитет", 23.06.01 "Техника и технологии наземного транспорта", уровень подготовки - "подготовка кадров высшей квалификации". / О. Н. Дидманидзе [и др.]; ред. О. Н. Дидманидзе; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформагротех, 2017 — 564 с.: Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/t883.pdf>.

4. Патентование и защита интеллектуальной собственности: учебное пособие / И. Н. Кравченко [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 174 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo481.pdf>.

7.2 Дополнительная литература

1. Сидняев Н.И. Статистический анализ и теория планирования эксперимента: учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2017. – 195 с. – Режим доступа: <http://baumanpress.ru/books/619/619.pdf>

2. Гайдар С. М. Планирование и анализ эксперимента [Текст] / С. М. Гайдар. - М. : Росинформагротех, 2015. - 548 с.

3. Основы планирования эксперимента [Текст] / Р. Х. Юсупов, Л.Н. Шепалова. - М. : Изд-во РГАУ - МСХА им. К.А.Тимирязева, 2015. – 66 с.

4. Методология научного исследования: учебное пособие // Н.А. Слесаренко, Е.Н. Борхунова, С.М. Борунова [и др.]; под ред. Н.А. Слесаренко. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 268 с. // Лань: электроннобиблиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/115664>

7.3 Нормативные правовые акты

1 Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 г. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 80 с.

2 Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. N 642).

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Карапетян М.А. Испытания наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие. – М.: ФГБОУ ВПО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева 2014. 86с.

2. Планирование, организация, проведение эксперимента и патентование : учебное пособие / Т. В. Рязанова, Н. Ю. Демиденко, И. С. Почекутов, О. Н. Еременко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147489>

Журналы, периодические издания

"Автомобильная промышленность", "Вестник машиностроения", "Грузовик", "Мелиорация", "Приводная техника", "Природообустройство", "Строительные и дорожные машины", "Строительные, дорожные и коммунальные машины и оборудование", "Автомобилестроение. Реферативный журнал" и пр..

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

Для освоения дисциплины необходимы следующие ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Электронная библиотечная система. <http://www.library.timacad.ru/> (открытый доступ)

2. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». <https://cyberleninka.ru/> (открытый доступ)

3. Российская государственная библиотека. <https://www.rsl.ru/> (открытый доступ)

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование темы учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1 «Испытания и планирование эксперимента»	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)	Оформительская, текстовая	Microsoft	2010
		Kaspersky -	Антивирусная защита	Kaspersky	2022
2	Раздел 2 «Дробный факторный и полный факторный эксперимент»	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)	Оформительская, текстовая	Microsoft	2010
		Kaspersky -	Антивирусная защита	Kaspersky	2022
3	Раздел 3 «Этапы разработки математических зависимостей»	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)	Оформительская, текстовая	Microsoft	2010

		Kaspersky -	Антивирусная защита	Kaspersky	2022
--	--	-------------	---------------------	-----------	------

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

Аудитория лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций

Таблица 10

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
Учебный корпус № 28, ауд. № 132	Доска классическая – 1 шт., Компьютер – 1 шт., TV монитор – 1 шт., Проектор – 1 шт., Экран – 1 шт., Комплект для аудиторий двухместный: скамья/парта – 24 шт., Стол, стул преподавателя – 1 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Читальные залы библиотеки	ПК с программным наполнением Office Доступ в Интернет, Wi-Fi
Комнаты для самоподготовки в общежитиях университета (для студентов проживающих в общежитиях)	ПК с программным наполнением Office Доступ в Интернет, Wi-Fi

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости: лекции (занятия лекционного типа); практические занятия (занятия семинарского типа); групповые консультации; индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся; самостоятельная работа обучающихся; занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для качественного освоения дисциплины рекомендуется регулярное посещение лекционных и практических занятий. Целесообразно закрепление

материала после каждого вида занятий, просматривая конспект, литературные источники.

Дисциплина «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» подразумевает значительный объем самостоятельной работы магистрантов. Для изучения дисциплины необходимо использовать информационно-справочные и поисковые ресурсы Интернет.

Сдача зачета с оценкой осуществляется по утверждённому графику в период зачетной сессии. К зачету с оценкой допускаются магистранты, выполнившие учебную нагрузку по дисциплине и защитившие контрольную работу.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Магистрант, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать материал и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы лектора по теме лекции.

Магистрант, пропустивший практическую работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме практической работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок практических занятий.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

При организации учебного процесса по изучению дисциплины необходимо учитывать принципиальную особенность концепции ФГОС ВО – их компетентностную ориентацию. Компетентностный подход – подход, нацеленный на результат образования, где в качестве результата рассматривается не столько сумма усвоенной информации, а способность человека принимать решения в различных ситуациях и нести за них ответственность.

При обучении дисциплине следует учитывать последние достижения науки и техники в области планирования эксперимента по эксплуатации машин и оборудования, современные тенденции в информационно-цифровых технологиях, действующие законодательные и нормативные акты. На лекционных занятиях наиболее важные положения, магистранты должны иметь возможность фиксировать, путём конспектирования материала или иными средствами, для чего лектор должен делать в определённых местах соответствующие акценты.

Программу разработали:

Карапетян М.А., д.т.н., профессор



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента»

ОПОП ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Цифровизация автомобильного хозяйства» (квалификация выпускника – магистр)

Голиницким Павлом Вячеславовичем, доцентом кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом технических наук, доцентом (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» ОПОП ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Цифровизация автомобильного хозяйства» (уровень обучения - магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Технический сервис машин и оборудования» (разработчики – Карапетян Мартик Аршалуйсович, д.т.н., профессор кафедры «Технический сервис машин и оборудования»).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». 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 вариативной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» закреплено 4 компетенции. Дисциплина «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» и представленная Программа способна 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 «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» составляет 3 зачётные единицы (108 часов, в том числе 4 часа проактивной подготовки).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» 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 «Аналитические и численные методы планирования 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 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в дискуссиях, выполнение контрольной работы (в профессиональной области) и аудиторных заданиях - работа со специализированными журналами), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименований, периодическими изданиями – 2 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Аналитические и численные методы планирования 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 «Аналитические и численные методы планирования эксперимента».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Аналитические и численные методы планирования эксперимента» ОПОП ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Цифровизация автомобильного хозяйства» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Карапетяном Мартиком Аршалуйсовичем, д.т.н., профессором кафедры «Технический сервис машин и оборудования» соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: к.т.н., Голицкий Павел Вячеславович, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством


« 01 » 09 2022 г.