Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"Вятский государственный агротехнологический университет"

УТВЕРЖДАЮ
Декан инженерного факультета
_____ П.Н. Вылегжанин
"27" декабря 2021 г.

Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **технологического и энергетического оборудования**

Учебный план Направление подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Направленность (профиль) программы магистратуры "Автомобили и автомобильное хозяйство"

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 36
самостоятельная работа 52

Виды контроля в семестрах:
зачеты 1
курсовые работы 1

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
Недель	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
В том числе инт.	8	8	8	8
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	52	52	52	52
Курсовая работа	20	20	20	20
Итого	108	108	108	108

Киров 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 152F9F34BEA253FCE714EAC1F1E3E158
Владелец: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"
Действителен: с 04.04.2022 до 28.06.2023

Программу составил(и):

д.т.н., профессор кафедры технологического и энергетического оборудования, Савиных Петр Алексеевич

Рецензент(ы):

к.т.н., доцент кафедры технологического и энергетического оборудования, Горбунов Роман Михайлович

Рабочая программа дисциплины

Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 906)

составлена на основании Учебного плана:

Направление подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Направленность (профиль) программы магистратуры "Автомобили и автомобильное хозяйство"

одобренного и утвержденного Ученым советом университета от 27.12.2021 протокол № 12.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

инженерного факультета Протокол № 4 от "27" декабря 2021 г.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

технологического и энергетического оборудования

Протокол № 4 от " 27 " декабря 2021 г.

Зав. кафедрой _____ д.т.н., профессор Мохнаткин Виктор Германович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

технологического и энергетического оборудования

Протокол от "__" _____ 2022 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

технологического и энергетического оборудования

Протокол от "__" _____ 2023 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

технологического и энергетического оборудования

Протокол от "__" _____ 2024 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

технологического и энергетического оборудования

Протокол от "__" _____ 2025 г. № __

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛЬ (ЦЕЛИ) ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	рассмотреть основные этапы и принципы планирования эксперимента, изучить последовательность действий экспериментатора при использовании наиболее распространенных методов планирования эксперимента при решении инженерных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Цикл (раздел) ОПОП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Обучающийся должен обладать знаниями, умениями, навыками не ниже 1 уровня (низкого), которые были приобретены на предыдущем высшем уровне образования и при изучении дисциплин:
2.1.2	Деловой иностранный язык
2.1.3	Компьютерные технологии в науке и производстве
2.1.4	Основы научных исследований
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Научно-исследовательская работа
2.2.2	Современные проблемы транспортной науки, техники и технологии
2.2.3	Цифровые информационные технологии
2.2.4	Бизнес-планирование на транспорте
2.2.5	Информационное обеспечение работоспособности и диагностики автомобилей
2.2.6	Ознакомительная практика
2.2.7	Методы и технические средства испытания двигателей
2.2.8	Методы испытания машин и оборудования
2.2.9	Технологии и технические средства на транспорте
2.2.10	Преддипломная практика
2.2.11	Риск-менеджмент
2.2.12	Государственная итоговая аттестация

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1	Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники;
ОПК-1.2	Использует математический аппарат для разработки имитационных и организационных моделей объектов, процессов, явлений при заданных допущениях и ограничениях
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом инженерных продуктов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений;
ОПК-3.2	Демонстрирует знание основных методов определения параметров проекта
ОПК-4	Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов;
ОПК-4.3	Имеет навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности при поиске и отборе информации, проведении математического и имитационного моделирования объектов, планирования и постановки эксперимента, а также обработки данных

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции (индикаторы)	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Лекционные занятия						
1.1	Введение. Основные понятия и определения. Описание объекта исследований. Постановка задачи при изучении объекта исследований /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
1.2	Ранговая корреляция. Конкордация. Факторы и критерии оптимизации. Требования к ним. Выбор уровней варьирования факторов. Независимость факторов. /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	

1.3	Полный факторный эксперимент. Свойства полного факторного эксперимента. Составление планов ПФЭ. Расчет коэффициентов регрессии. /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
1.4	Дробный факторный эксперимент. Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
1.5	Метод крутого восхождения по поверхности отклика. Шаговое движение по градиенту. Методы экстремальной оптимизации. /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
1.6	Общие понятия о многоуровневых планах, их свойствах и математических моделях. /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
1.7	Планирование второго порядка. Классификация планов. Особенности обработки результатов. Анализ математических моделей методом двумерных сечений. /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
1.8	Описание функции отклика в области, близкой к экстремуму. Композиционные планы Бокса-Уилсона. Ортогональные планы второго порядка. /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
1.9	Симплекс-планирование. Симплекс-планирование и движение по градиенту. Построение исходного симплекса и его перемещение. /Лаб/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
	Раздел 2. Лабораторные занятия						
2.1	Простейшие способы построения обобщенного отклика. Шкала желательности. /Пр/	1	4	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	2	
2.2	Выбор модели. Рандомизация. Априорное ранжирование факторов. /Пр/	1	4	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	2	
2.3	Обработка результатов экспериментов. Расчет коэффициентов математических моделей, оценка их значимости. /Пр/	1	4	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	2	
2.4	Оценка адекватности и значимости коэффициентов математических моделей. /Пр/	1	4	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	1	
2.5	Шаговое движение по поверхности отклика. Определение области оптимума. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	1	
2.6	Анализ математических моделей с помощью двумерных сечений. /Ср/	1	8	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
2.7	Обработка результатов плана 2-го порядка. Оценка адекватности и значимости коэффициентов математической модели. /Ср/	1	9	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
2.8	Анализ нелинейной модели, канонические преобразования. /Ср/	1	15	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	

2.9	Использование симплекс-решетчатого планирования при оптимизации технических средств. /Ср/	1	10	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
	Раздел 3. Самостоятельная работа						
3.1	Курсовая работа /КУРА/	1	20	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
3.2	Подготовка к зачету /Ср/	1	6	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	
3.3	Зачёт /Зачёт/	1	4	ОПК-1.2 ОПК-3.2 ОПК-4.3	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Содержание фонда оценочных средств представлено в Приложении 1 и 2.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,
Л1.1	Зализняк В.Е.	Численные методы. Основы научных вычислений [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов Режим доступа: https://urait.ru/bcode/449891	М.: Издательство Юрайт, 2020

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,
Л2.1	Мельников, С. В., Алешкин, В. Р., Рощин П.М.	Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Электронный ресурс]: краткий курс лекций Режим доступа: http://46.183.163.35/MarcWeb2/Default.asp	Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1980
Л2.2	Трифонова, М. Ф., Заика, П. М.	Основы научных исследований: учеб. пособие по инж. спец.	М.: Колос, 1993

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,
Л3.1	Савиных П.А., Солонщиков П.Н.	Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов Режим доступа: http://46.183.163.35/MarcWeb2/Default.asp	– Киров, ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, 2018
Л3.2	Андреев, В. Л.	Использование статистического пакета Statgraphics Plus 5.1 для обработки результатов экспериментальных исследований [Электронный ресурс]: метод. пособие Режим доступа: http://46.183.163.35/MarcWeb2/Found.asp	Киров: Вят. ГСХА, 2012
Л3.3	Алешкин, В. Р., Филинков, А. С.	Основы научных исследований [Электронный ресурс]: тетр. для лаб. работ Режим доступа: http://46.183.163.35/MarcWeb2/Found.asp	Киров: Вят. ГСХА, 2010

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp. - Загл. с экрана
Э2	Научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана «НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ» Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл № ФС 77 - 48211. ISSN 1994-0408 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://technomag.edu.ru/doc/106636.html, , свободный. – Загл с экрана. – Яз. рус

6.3. Перечень информационных технологий

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Операционная система семейства Windows (Windows Vista Business AO NL, MS Win Prof 7 AO NL, Win Prof 7 AOL NL, Win Home Bas 7 AOL NL LGG, Win Starter 7 AO NL LGG, Win SL 8 AOL NL LGG, Win Prof 8 AOL NL, Win Home 10 All Languages Online Product Key License)
6.3.1.2	Приложения Office (MS Office Prof Plus 2007 AO NL, MS Office Prof Plus 2010 AO NL, MS Office 2013 OL NL, MS OfficeStd 2016 RUS OLP NL Acdmc)
6.3.1.3	Антивирусное ПО Kaspersky Endpoint Security
6.3.1.4	Free Commander 2009/02b
6.3.1.5	Google Chrome 39/0/21/71/65
6.3.1.6	Opera 26/0/1656/24
6.3.1.7	Adobe Reader XI 11/0/09
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и современных профессиональных баз данных	
6.3.2.1	Информационная справочная система: КонсультантПлюс Информационная справочная система: Гарант Аэро
6.3.2.2	Профессиональная база данных: Научная электронная библиотека elibrary.ru Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp
6.3.2.3	Профессиональная база данных: Электронный каталог ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ Режим доступа http://46.183.163.35/MarcWeb2

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)представлено в Приложении 3 РПД.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины проводится в форме аудиторных занятий и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся.

При проведении аудиторных занятий предусмотрено применение следующих инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества: работа в малых группах; дискуссия; использование общественных ресурсов, социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения; обсуждение и разрешение проблем; деловые и ролевые игры; разбор конкретных ситуаций.

Количество часов занятий в интерактивных формах определено учебным планом.

Практическая подготовка при реализации дисциплины организуется путем проведения лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в следующих формах:

– самостоятельное изучение теоретического материала (тем дисциплины);
– подготовка к лабораторным занятиям;
– выполнение контрольной домашней работы и иных индивидуальных заданий;
– подготовка к мероприятиям текущего контроля;
– подготовка к промежуточной аттестации.

При организации самостоятельной работы необходимо, прежде всего, обратить внимание на ключевые понятия, несущие основную смысловую нагрузку в том или ином разделе учебной дисциплины.

1. Самостоятельное изучение тем дисциплины.

Для работы необходимо ознакомиться с учебным планом дисциплины и установить, какое количество часов отведено учебным планом в целом на изучение дисциплины, на аудиторную работу с преподавателем на лабораторных занятиях, а также на самостоятельную работу. С целью оптимальной самоорганизации необходимо сопоставить эту информацию с графиком занятий и выявить наиболее затратные по времени и объему темы, чтобы заранее определить для себя периоды объемных заданий. Целесообразно начать работу с изучения теоретического материала, основных терминов и понятий курса и с письменных ответов на индивидуальные и тестовые задания.

2. Подготовка к лабораторным занятиям.

Подготовка к лабораторным занятиям носит различный характер как по содержанию, так и по сложности исполнения. Многие лабораторные занятия требуют большой исследовательской работы, изучения дополнительной научной литературы. Прежде чем приступить к выполнению такой работы, обучающемуся необходимо ознакомиться обстоятельно с содержанием задания, уяснить его, оценить с точки зрения восприятия и запоминания все составляющие его компоненты. Результаты эксперимента, графики и т.д. следует стремиться получить непосредственно при выполнении работы в лаборатории. Лабораторная работа считается выполненной только в том случае, когда отчет по ней принят. Чем скорее составлен отчет после проведения работы, тем меньше будет затрачено труда и времени на ее оформление.

3. Выполнение домашней контрольной работы.

Контрольная работа является одним из основных видов самостоятельной работы, направленной на закрепление, углубление и обобщение знаний по дисциплине. Целью выполнения контрольной работы является формирование навыков самостоятельного творческого решения профессиональных задач. Задачами выполнения контрольной работы являются систематизация, закрепление, углубление и расширение приобретенных обучающимся знаний, умений и навыков по дисциплине. Обучающийся выполняет контрольную работу по утвержденной теме под руководством преподавателя.

4. Подготовка к мероприятиям текущего контроля.

В конце изучения каждой темы может проводиться тематическая контрольная работа, которая является средством текущего контроля оценки знаний. Подготовка к ней заключается в повторении пройденного материала и повторном

решении заданий, которые рассматривались на занятиях, а также в выполнении заданий для самостоятельной работы.
5. Подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к зачёту является заключительным этапом изучения дисциплины и является средством промежуточного контроля. Подготовка к зачёту предполагает изучение лабораторных, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий. В процессе подготовки к зачёту выявляются вопросы, по которым нет уверенности в ответе либо ответ обучающемуся не ясен.

Приложение 1

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточного контроля успеваемости по дисциплине
Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе

Направление подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность (профиль) программы «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Квалификация магистр.

1. Описание назначения и состава фонда оценочных средств

Настоящий фонд оценочных средств (ФОС) входит в состав рабочей программы дисциплины «Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе» предназначен для оценки планируемых результатов обучения - знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе изучения данной дисциплины.

ФОС разработан на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (уровень магистратуры). Утвержден приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 906.
- основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов. Направленность (профиль) программы «Автомобили и автомобильное хозяйство»;
- положения «О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежу-точной и итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования».

2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

ОПК-4: Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов;

ОПК-3:

Способен управлять жизненным циклом инженерных продуктов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений;

ОПК-1: Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники

Код формируемой компетенции	**Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы**		
	Начальный	**Основной**	**Заключительный**
ОПК-4	Основы научных исследований Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе	Производственная практика (Научно-исследовательская работа) Информационное обеспечение работоспособности и диагностики автомобилей	Производственная практика (Преддипломная практика) Государственная итоговая аттестация
ОПК-3	Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе	Бизнес-планирование на транспорте Технико-экономическое обоснование инвестиционных вложений на транспорте Технологии и технические средства на транспорте Производственная практика (Научно-исследовательская работа) Всеобщее управление качеством Экологичность и безопасность эксплуатации автотранспорта	Производственная практика (Технологическая (производственно-технологическая) практика) Производственная практика (Эксплуатационная практика) Производственная практика (Преддипломная практика) Государственная итоговая аттестация
ОПК-1	Основы научных исследований Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе Цифровые информационные технологии Современные проблемы транс-	Учебная практика (Ознакомительная практика) Производственная практика (Научно-исследовательская работа)	Производственная практика (Преддипломная практика) Государственная итоговая аттестация

	портной науки, техники и технологии		

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и наименование формируемых компетенций	**Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции**		**Наименование контролируемых разделов и тем**	**Наименование оценочного средства промежуточной аттестации**
ОПК-4: Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.3	Имеет навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности при поиске и отборе информации, проведении математического и имитационного моделирования объектов, планирования и постановки эксперимента, а также обработки данных	Раздел 1 рабочей программы дисциплины	Вопросы и тестовые задания к зачёту по дисциплине.
ОПК-3: Способен управлять жизненным циклом инженерных продуктов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений;	ОПК-3.2	Демонстрирует знание основных методов определения параметров проекта	Раздел 1 рабочей программы дисциплины	Вопросы и тестовые задания к зачёту по дисциплине.
ОПК-1: Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники	ОПК-1.2	Использует математический аппарат для разработки имитационных и организационных моделей объектов, процессов, явлений при заданных допущениях и ограничениях	Раздел 1 рабочей программы дисциплины	Вопросы и тестовые задания к зачёту по дисциплине.

Для оценки сформированности соответствующих компетенций по дисциплине Аналитические и численные методы в планировании эксперимента применяется аналитическая двухуровневая шкала оценивания:

Шкала оценивания:

№	Критерии оценивания	Шкала оценивания	
		Не зачтено	Зачтено
		Описание показателя	
1	Правильность, полнота, точность и самостоятельность ответов	Ответы на вопросы не правильные или правильные, но не самостоятельные	Ответы на вопросы правильные, самостоятельные и точные, т.е. на поставленные вопросы
2	Логичность, обоснованность, четкость ответа на вопросы	В ответах отсутствует логичность и обоснованность, обучающийся испытывает затруднения при изложении материала	Грамотное и по существу изложение материала. Ответы на вопросы логичные, обоснованные и четкие
3	Работа в течение семестра, наличие задолженности по текущему контролю	Имеются многочисленные пропуски занятий и задолженность по текущему контролю знаний.	Активная задолженность отсутствует. Незначительные пропуски занятий по уважительной причине

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1. Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине

Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе

1. В чем суть планирования эксперимента.
2. Различие научного и промышленного эксперимента.
3. Основные виды задач, решаемых в планировании эксперимента.
4. Понятие плана эксперимента, матрицы планирования, спектра плана.
5. Этапы планирования эксперимента.
6. Основные концепции современного подхода к организации эксперимента.
7. Понятие фактора. Требования к факторам.
8. Отклик системы, параметр оптимизации.
9. Чем отличаются пассивные и активные эксперименты.
10. Чем характеризуется объект исследования? Дайте определение факторному пространству.
11. Что образует план эксперимента?
12. Что называется спектром плана?
13. Что такое регрессионные полиномы и где они применяются.
14. Перечислите условия необходимые для определения коэффициентов регрессии.
15. Процедура определения локальной области факторного пространства.
16. Что называется полным факторным экспериментом.
17. Приемы построения матрицы планирования ПФЭ.
18. Свойства матрицы планирования ПФЭ.
19. Зачем в матрицу планирования вводят x_0?
20. Смешанные оценки в ПФЭ.
21. Оценка эффектов взаимодействия в ПФЭ.
22. Дробный факторный эксперимент и принцип насыщения.
23. Опишите план нахождения построчной дисперсии выходной величины.
24. Для чего нужно расчетное значение коэффициента Кохрэна и как он находится.
25. Что такое критерий Стьюдента и где он используется.
26. Для чего оценивают, насколько отличаются средние значения y_i выходной величины, полученной в точках факторного пространства, и значения y_i, полученного из уравнения регрессии в тех же точках факторного пространства. Чем определяется F- критерий Фишера и как его применяют.
27. Чем обеспечивается ортогональность столбцов матрицы F численных значений базисных функций.
28. Определение ОЦКП. Каким образом для ОЦКП выбирается числовое значение α (звездного плеча).
29. Объясните, почему точность оценки коэффициентов регрессии для ОЦКП для разных групп неодинакова.
30. Условие наличия свойства рототабельности у ЦКП второго порядка.
31. В чем отличие РЦКП от ОЦКП.
32. Являются ли оценки коэффициентов для РЦКП независимыми.
33. Что такое симплекс, какой симплекс называется регулярным.
34. Опишите алгоритм перемещения симплекса.

35. Способы задания симплекса.
36. Основная задача, решаемая симплекс планированием.

Типовые практические задания по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе»

1. Понятие плана эксперимента, матрицы планирования, спектра плана.
2. Что такое регрессионные полиномы и где они применяются.
3. Приемы построения матрицы планирования ПФЭ.
4. Для чего нужно расчетное значение коэффициента Кохрэна и как он находится.
5. Определение ОЦКП. Каким образом для ОЦКП выбирается числовое значение α (звездного плеча).
6. Условие наличия свойства рототабельности у ЦКП второго порядка.
7. Что такое симплекс, какой симплекс называется регулярным.
8. Дробный факторный эксперимент и принцип насыщения.
9. Что такое критерий Стьюдента и где он используется.
10. Основная задача, решаемая симплекс планированием.

4.2 Типовые задания на курсовую работу по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе»
для промежуточной аттестации в форме курсовой работы

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Вятский государственный агротехнологический университет»

ЗАДАНИЕ
На курсовое проектирование по дисциплине
«Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе»
Магистра _____ группа _____
Дата выдачи задания _____ Срок выполнения _____

Тема проекта: ***Оптимизация конструктивно-технологических параметров технических средств вариант № ____***

Исходными данными для оптимизации конструктивно-технологических параметров технических средств являются три таблица выданные преподавателем, согласно варианта задания.

Киров 20___

Содержание расчетно-пояснительной записки

1. На лабораторном дозаторе смесителе кормов проводятся лабораторные опыты согласно матрицы планирования эксперимента.
2. По результатам опытов по кинетике процесса смешивания определяются: среднее значение доли контрольного компонента в смеси, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.
3. Строится графическая зависимость коэффициента вариации от времени смешивания. Выделяется зона конвективного, диффузионного смешивания.
4. По варианту задания рассчитываются коэффициенты уравнения регрессии.
5. Стоится вспомогательная таблица для расчетов.
6. Проверяется адекватность математической модели по критерию Фишера в зависимости от числа степеней свободы.
7. Записывается полученная математическая модель.
8. По математической модели строится двумерное сечение поверхности отклика.
9. По результатам работы делается вывод по дальнейшей оптимизации рабочего процесса смесителя.
10. Аналогично во второй части работы проводятся исследования по оптимизации конструктивно-технологических параметров охладителя молока ОМ-1.
11. Заключение.
12. Список литературы.

Руководитель проекта _____

Студент _____

Варианты заданий по курсовому проектированию
по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе»

Результаты опытов №1

№	Время опыта, с		M_1, кг	B_1, кг	$t^{нач}_{м}$, ^0C	$t^{кон}_{м}$, ^0C	$t^{нач}_{в}$, ^0C	$t^{кон}_{в}$, ^0C
	В	М						
1	15	18	5	10	43	30	25	27
2	18	21	5	10		29		26
3	16	20	5	10		31		28
4	17	21	5	10		32		29
5	19	22	5	10		33		30
6	16	23	5	10		28		31

Вариант №1

Таблица 1 - Матрица планирования и результаты расчетов

Обозначения	Факторы		Экспериментальная оценка критерия оптимизации	
	Пода-ча воды В, кг/с	Подача молока М, кг/с	$\overline{y}(к)\ \frac{кВт}{м^2\ ^oC}$	$\hat{y}(у)\ \frac{кВт}{м^2\ ^oC}$
	X_1	X_2		
Верхний уровень +1	0,53	0,2		
Нижний уровень -1	0,22	0,09		
План опытов: 1	+	+	0,85	0,87
2	-	-	1,33	1,36
3	+	-	0,97	0,94
4	-	+	1,23	1,21
Оценки коэффициентов регрессии	b_o	b_1	b_2	b_{12}
Критерий Фишера F	f_1			
	f_2			

Матрица планирования ПФЭ эксперимента Вариант № 1

№ точки факторного пространства	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	y_{i1}	y_{i2}	y_{i3}
1	+1	-1	-1	-1					9,18	7,95	9,82
2	+1	+1	-1	-1					18,53	13,42	19,00
3	+1	-1	+1	-1					6,24	8,94	8,37
4	+1	+1	+1	-1					7,06	10,63	7,76
5	+1	-1	-1	+1					7,69	7,83	11,03
6	+1	+1	-1	+1					30,10	24,30	27,65
7	+1	-1	+1	+1					9,21	9,69	12,85
8	+1	+1	+1	+1					19,05	23,16	21,01

Порядок организации и проведения промежуточной аттестации обучающегося, форма проведения, процедура защиты курсовой работы, сроки и иные вопросы определены Положением по организации выполнения и защиты курсовой работы (проекта).

- Обучающийся получает задание на курсовую работу в виде отдельного бланка, который подшивается в пояснительную записку;
- при выполнении курсовой работы рекомендуется использовать лекционный и практический материал по дисциплине, литературные источники, электронные ресурсы, предусмотренные РПД;
- руководитель знакомит обучающегося с графиком выполнения отдельных разделов курсовой работы, сроками ее оформления и защиты;
- контроль хода выполнения курсовой работы руководитель осуществляет во время консультаций;
- проведение консультаций производится в часы, установленные расписанием учебных занятий или в дополнительные часы, установленные преподавателем. Во время консультации даются ответы на

вопросы обучающихся;

- законченная курсовая работа сдается на проверку руководителю;
- замечания по курсовой работе указываются в бланке отзыва (образец бланка размещен далее);
- отметка о допуске «К защите» проставляется руководителем на титульном листе;
- в случае возвращения курсовой работы на доработку и исправления замечаний, делается также соответствующая отметка;
- при защите обучающийся докладывает содержание задания и его реализация, а также отвечает на вопросы руководителя;
- по окончании защиты курсовой работы руководитель завершает заполнение бланка отзыва на курсовую работу, в котором отмечает уровень освоения компетенций обучающимся по результатам выполнения работы, и выставляет оценку согласно установленной шкале оценивания.
- Порядок организации и проведения промежуточной аттестации обучающегося, форма проведения, процедура сдачи зачета, сроки и иные вопросы определены Положением о порядке организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.
- Зачет проводится в устной форме;
- для обучающихся по очной форме обучения зачет проводится в конце семестра на последнем практическом занятии;
- для подготовки к зачету рекомендуется использовать лекционный и практический материал по дисциплине, литературные источники, а также электронными ресурсами по выбору обучающегося;
- если обучающийся не имеет пропусков занятий, активно занимается в течение семестра, имеет положительные оценки знаний по результатам текущего контроля успеваемости, то ему ставится отметка «зачтено» без дополнительной проверки знаний;
- если обучающийся имеет пропуски занятий или задолженность по текущему контролю успеваемости, то он получает на зачете вопросы по теме пропущенных занятий или теме, соответствующей текущему контролю знаний;
- для подготовки ответа на один вопрос отводится 10 – 15 минут;
- оценка знаний производится согласно установленной шкале оценивания.

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине
Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе

Направление подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Направленность (профиль) программы «Автомобили и автомобильное хозяйство»
Квалификация магистр.

1. Описание назначения и состава фонда оценочных средств

Настоящий фонд оценочных средств (ФОС) входит в состав рабочей программы дисциплины Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе предназначен для оценки планируемых результатов обучения - знаний, умений, навыков в процессе изучения данной дисциплины.

2. Перечень компетенций, формируемых при изучении дисциплины

ОПК-4: Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов;

ОПК-3:

Способен управлять жизненным циклом инженерных продуктов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений;

ОПК-1: Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники

3. Банк оценочных средств

Для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе используются следующие оценочные средства:

Код и наименование формируемых компетенций	**Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции**		**Критерии оценивания**	**Наименование контролируемых разделов и тем**	**Наименование оценочного средства промежуточной аттестации**
ОПК-4: Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.3	Имеет навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности при поиске и отборе информации, проведении математического и имитационного моделирования объектов, планирования и постановки эксперимента, а также обработки данных	Полнота знаний контролируемого материала. Логичность, обоснованность, четкость ответа на вопросы	Раздел 1 рабочей программы дисциплины	Тест, доклад, контрольная (домашняя контрольная) работа

ОПК-3: Способен управлять жизненным циклом инженерных продуктов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений;	ОПК-3.2	Демонстрирует знание основных методов определения параметров проекта	Полнота знаний контролируемого материала. Логичность, обоснованность, четкость ответа на вопросы	Раздел 1 рабочей программы дисциплины	Вопросы и тестовые задания к зачёту по дисциплине.
ОПК-1: Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники	ОПК-1.2	Использует математический аппарат для разработки имитационных и организационных моделей объектов, процессов, явлений при заданных допущениях и ограничениях	Полнота знаний контролируемого материала. Логичность, обоснованность, четкость ответа на вопросы	Раздел 1 рабочей программы дисциплины	Вопросы и тестовые задания к зачёту по дисциплине.

Тестирование

по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе»

Результаты текущего тестирования оцениваются посредством двухуровневой шкалы.

Шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели оценивания
зачтено	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он ответил более чем на 2/3 вопросов правильно
Не зачтено	оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если не ответил более чем на 2/3 вопросов

В результате проведенного собеседования определяется начальный уровень обучающегося «Низкий», «Базовый» или «Продвинутый», влияющий на уровень сложности при изучении отдельных тем и разделов дисциплины.

Вопросы для тестирования

Тестовые задания

Тест (50 вопросов)

1. Полный факторный эксперимент применяется для построения регрессионных зависимостей показателей качества, имеющих зависимости от факторов:

а) нелинейную;

б) линейную;
в) линейную с учетом взаимного влияния факторов;
г) нелинейную второго порядка.

2. Активный эксперимент основан на применении:
а) инновационных технологий;
б) методов математической статистики;
в) современного лабораторного оборудования;
г) методов планирования эксперимента.

3. При построении регрессионных зависимостей исследуемые факторы должны быть:
а) зависимыми друг от друга;
б) независимыми друг от друга;
в) зависимыми частично;
г) зависимыми друг от друга косвенно.

4. Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем – это:
а) пассивный эксперимент;
б) активный эксперимент;
в) последовательный эксперимент;
г) научный эксперимент.

5. Совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов, - это:
а) эксперимент;
б) опыт;
в) план эксперимента;
г) уровни фактора.

6. Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются, - это:
а) пассивный эксперимент;
б) параллельный опыт;
в) область эксперимента;
г) последовательный эксперимент.

7. Преобразование натуральных значений факторов в безразмерные факторы – это:
а) нормализация факторов;
б) априорное ранжирование факторов;
в) размах варьирования факторов;
г) эффект взаимодействия факторов.

8. Зависимость математического ожидания отклика от фактора – это:
а) поверхность отклика;
б) дисперсия оценки функции отклика;
в) функция отклика;
г) оценка функции отклика.

9. Геометрическое представление функции отклика – это:
а) поверхность отклика;
б) оценка функции отклика;
в) модель регрессионного анализа;
г) полиномиальная модель регрессионного анализа.

10. Область факторного пространства в окрестности точки, в которой функция отклика достигает экстремального значения, - это:
а) временный дрейф;
б) спектр плана;
в) матрица плана;
г) область оптимума.

11. Соответствие математической модели экспериментальным данным – это:
а) воспроизводимость эксперимента;
б) адекватность математической модели;

в) проверка значимости коэффициентов регрессии;
г) ортоганальность плана.

12. Стандартная форма записи условий проведения эксперимента в виде таблицы, строки которой отвечают опытам, а столбцы – факторам, - это:
а) матрица плана;
б) спектр плана;
в) информационная матрица плана;
г) матрица спектра плана.

13. План, содержащий часть комбинаций полного факторного плана, - это:
а) план эксперимента второго порядка;
б) план эксперимента первого порядка;
в) дробный факторный план;
г) композиционный план.

14. Точка плана, соответствующая нулям нормализованной (безразмерной) шкалы по всем факторам, - это:
а) звездная точка плана;
б) центральная точка плана;
в) звездное плечо;
г) функция отклика.

15. Для двухфакторной задачи уравнение регрессии ПФЭ имеет вид:
а) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$;
б) $y = b_0 + b_{12}x_1x_2$;
в) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$;
г) $y = b_0 + b_1x_1^2 + b_2x_2^2$.

16. При планировании ПФЭ каждый из факторов варьирует:
а) на трех уровнях;
б) на пяти уровнях;
в) на четырех уровнях;
г) на двух уровнях.

17. Число опытов полного факторного эксперимента рассчитывается по формуле:
а) $N = 2^n$;
б) $N = 2^{n-1}$;
в) $N = 3^n$;
г) $N = 3^{n-1}$.

18. Размерные независимые факторы x_i преобразуются в безразмерные факторы z_i по формуле:
а) $z_i = (x_i - x_{i0})/\Delta x_i$;
б) $z_i = \Delta x_i/(x_i - x_{i0})$;
в) $z_i = (x_i - x_{i0}) \cdot \Delta x_i$;
г) $z_i = x_i/\Delta x_i$.

19. Число опытов для полного факторного эксперимента для трехфакторной задачи равно:
а) 4;
б) 8;
в) 12;
г) 16.

20. Указать последовательность выполнения полного факторного эксперимента:
а) проверка на адекватность, расчет коэффициентов уравнения, оценка значимости коэффициентов, проверка воспроизводимости;
б) расчет коэффициентов уравнения, оценка значимости коэффициентов, проверка воспроизводимости, проверка на адекватность;
в) проверка воспроизводимости, проверка на адекватность, расчет коэффициентов уравнения, оценка значимости коэффициентов;

г) проверка воспроизводимости, расчет коэффициентов уравнения, оценка значимости коэффициентов, проверка на адекватность.

21. Для проверки воспроизводимости эксперимента применяется:
а) критерий Фишера;
б) критерий Кохрена;
в) критерий Стьюдента;
г) критерий Пирсона.

22. Для дисперсий $S_1^2 = 1{,}0$; $S_2^2 = 1{,}0$; $S_3^2 = 2{,}3$; $S_4^2 = 1{,}3$ опытное значение критерия Кохрена равно:
а) 0,21;
б) 0,31;
в) 0,41;
г) 0,51.

23. Эксперимент считается воспроизводимым, если:
а) $G > G_{кр}$;
б) $G < G_{кр}$;
в) $F > F_{кр}$;
г) $F < F_{кр}$.

24. Табличное значение критерия Кохрена $G_{кр}$ определяется по таблицам при степенях свободы:
а) $v_1 = m - 1$; $v_2 = N$;
б) $v_1 = m + 1$; $v_2 = N$;
в) $v_1 = m - 1$; $v_2 = N\,(m - 1)$;
г) $v_1 = m + 1$; $v_2 = N - 1$.

25. При применении ПФЭ для двухфакторной задачи при трех параллельных опытах табличное значение критерия Кохрена при уровне значимости 0,05 равно:
а) 0,67;
б) 0,77;
в) 0,87;
г) 0,97.

26. При применении ПФЭ для двухфакторной задачи при трех параллельных опытах опытное значение критерия Кохрена равно 0,41. Укажите два правильных ответа:
а) эксперимент воспроизводим при уровне значимости 0,05;
б) эксперимент не воспроизводим при уровне значимости 0,05;
в) эксперимент воспроизводим при доверительной вероятности 0,95;
г) эксперимент не воспроизводим при доверительной вероятности 0,95.

27. При проведении полного факторного эксперимента получены дисперсии $S_1^2 = 1{,}0$; $S_2^2 = 1{,}0$; $S_3^2 = 2{,}3$; $S_4^2 = 1{,}3$. Дисперсия воспроизводимости равна:
а) 1,4;
б) 2,4;
в) 3,4;
г) 4,4.

28. Значимость коэффициентов в уравнении регрессии оценивается по критерию:
а) Пирсона;
б) Стьюдента;
в) Фишера;
г) Кохрена.

29. Значение коэффициента в уравнении регрессии признают значимым, если:
а) $G > G_{кр}$;
б) $G < G_{кр}$;
в) $t > t_{кр}$;
г) $t < t_{кр}$.

30. Критическое значение критерия Стьюдента определяется по таблицам при числе степеней свободы:

а) $v = Nm$;
б) $v = m\ (N\text{-}1)$;
в) $v = N\ (m\text{-}1)$;
г) $v = N\ (m+1)$.

31. При применении ПФЭ для двухфакторной задачи при трех параллельных опытах опытное значение критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05 равно:

а) 1,31;
б) 2,31;
в) 3,31;
г) 4,31.

32. При применении ПФЭ для двухфакторной задачи при трех параллельных опытах для коэффициента b_{12} получено опытное значение критерия Стьюдента, равное 0,44. Указать два правильных ответа.

а) коэффициент b_{12} не значим при уровне значимости 0,05;
б) коэффициент b_{12} значим при уровне значимости 0,05;
в) коэффициент b_{12} не значим при доверительной вероятности 0,95;
г) коэффициент b_{12} значим при доверительной вероятности 0,95.

33. Адекватность математической модели оценивается по критерию:

а) Кохрена;
б) Стьюдента;
в) Пирсона;
г) Фишера.

34. Гипотеза об адекватности принимается при условии, если:

а) $F > F_{кр}$;
б) $F < F_{кр}$;
в) $t > t_{кр}$;
г) $t < t_{кр}$.

35. Критерий Фишера рассчитывается по формуле:

а) $F = S^2_{вос}/S^2_{ад}$;
б) $F = S^2_{ад}/S^2_{вос}$;
в) $F = S^2_{вос} - S^2_{ад}$;
г) $F = S^2_{вос} \cdot S^2_{ад}$.

36. Табличное значение критерия Фишера определяется при степенях свободы:

а) $v_1 = d - N$; $v_2 = N\ (m - 1)$;
б) $v_1 = N - d$; $v_2 = m\ (N - 1)$;
в) $v_1 = N - d$; $v_2 = N\ (m - 1)$;
г) $v_1 = d - N$; $v_2 = m\ (N - 1)$.

37. При применении ПФЭ для двухфакторной задачи при трех параллельных опытах для коэффициента b_{12} не значим. Табличное значение критерия Фишера при уровне значимости 0,05 равно:

а) 3,32;
б) 4,32;
в) 5,32;
г) 6,32.

38. При применении ПФЭ для двухфакторной задачи при трех параллельных опытах для коэффициента b_{12} не значим. Опытное значение критерия Фишера равно 0,19. Указать два правильных ответа:

а) модель адекватна при уровне значимости 0,05;
б) модель адекватна при доверительной вероятности 0,95;
в) модель не адекватна при уровне значимости 0,05;
г) модель не адекватна при доверительной вероятности 0,95.

39. При применении дробного факторного эксперимента для трехфакторной задачи уравнение регрессии имеет вид:

а) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$;
б) $y = b_0 + b_{123}x_1x_2x_3$;
в) $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$
г) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$.

40. Количество опытов в ДФЭ определяется по формуле:

а) $N = 2^{n+1}$;
б) $N = 2^n$;
в) $N = 2^{n-1}$;
г) $N = 2 \cdot (n-1)$.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

Процедура оценивания знаний, умений и навыков при проведении текущего контроля знаний проводится путем устного опроса обучающихся:

- процедура оценивания проводится в учебной аудитории академии во время проведения лабораторных занятий.
- обучающийся получает теоретические и практические задания.
  на выполнение всей работы отводится не более 30-45 мин.
- оценка текущего контроля проводится посредством двухуровневой шкалы.

В результате проведенного собеседования при помощи шкалы оценивания определяется текущий уровень обучающегося.

Доклад

по дисциплине Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе

Текущий контроль в форме доклада предназначен для поверки и закрепления теоретических и практических знаний у обучающегося по изучаемой теме

Тема доклада: «Аналитическое научное исследование».

Структура доклада:

1. Формализация процесса исследования.
2. Структура аналитического исследования.
3. Математическое моделирование, как элемент аналитического исследования.
4. Математическая модель и математическое описание.
5. Статистические методы оценки адекватности математической модели.
6. Статистический подход к аналитическому исследованию.
7. Выводы по результатам аналитического исследования.

Тема доклада: «Экспериментальное научное исследование».

Структура доклада:

1. Структура экспериментального исследования.
2. Постановка задачи эксперимента. Определение и этапы эксперимента.
3. Статистические методы планирования экспериментального исследования.
4. Оптимизация.
5. Общие сведения об экспериментальном оборудовании и методах измерения параметров исследуемых процессов.
6. Обработка результатов экспериментального исследования.
7. Выводы по результатам экспериментального исследования.

Тема доклада: «Корреляционный анализ и статистическая методика планирования эксперимента».

Структура доклада:

1. Корреляционный анализ.
2. Задачи, решаемые с использованием корреляционного анализа.
3. Оценка достоверности корреляционного анализа. 3. Законы распределения случайных величин.
4. Гистограммы распределения.

5. Выводы по результатам экспериментального исследования.

Тема доклада: «Регрессионный анализ и уравнение множественной регрессии. Методы аппроксимации».

Структура доклада:

1. Регрессионный анализ. Уравнение множественной регрессии.
2. Выявление функциональных зависимостей.
3. Методы аппроксимации экспериментальных данных.
4. Полином Чебышева и метод наименьших квадратов.
5. Статистические методы обработки экспериментальных данных.
6. Выводы по результатам экспериментального исследования.

Тема доклада: «Методы и оборудование для проведения исследований. Тарировка систем измерений. Точность измерений».

Структура доклада:

1. Методы и оборудование для проведения измерений.
2. Оборудование для задания тестовых режимов.
3. Системы измерения контролируемых параметров.
4. Тарировка систем измерений сил, моментов, давления, частоты вращения.
5. Точность измерений. Абсолютная и приведенная погрешность измерения.
6. Измерение при помощи электронно-лучевого осциллографа.
7. Аналого-цифровое преобразование.
8. Выводы по результатам экспериментального исследования.

Результаты текущего контроля в форме **доклада** оцениваются посредством интегральной (целостной) двухуровневой шкалы.

Содержание доклада:

- постановка цели и задач работы;
- матрица планирования эксперимента;
- результаты проверки воспроизводимости опытов. Результаты расчетов коэффициентов регрессии и проверки их статистической значимости;
- результаты проверки адекватности полученной ММ исходными экспериментальными данными;
- математическая модель исследуемого объекта в нормированных и физических переменных;
- выводы и предложения о ходе дальнейших исследований, составленные на основании анализа математической модели.

Доклад имеет общую формулировку с темой, изучаемой в данный период в лекционном курсе, определяющую его содержание.

Результаты текущего контроля в форме **доклада** оцениваются посредством интегральной (целостной) двухуровневой шкалы.

Шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели оценивания
Зачтено	Достаточный уровень знаний практического контролируемого материала: - знания теоретического материала по теме усвоены в полном объеме; - показал владение литературой по изучаемой проблематике - корректно и правильно оформлена презентация; - давал верные ответы на уточняющие дополнительные
Не зачтено	Низкий уровень знаний практического контролируемого материала: - обнаружил существенные пробелы в знании теоретического материала по теме; - представил презентацию, не удовлетворяющую требованиям к её выполнению; - не ориентируется в материалах литературы по теме доклада; - не отвечал на уточняющие дополнительные вопросы

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

Процедура оценивания знаний, умений и навыков при проведении текущей аттестации в форме доклада определяется следующими методическими указаниями:

- после изучения теоретических вопросов и анализа, данных по теме доклада обучающийся представляет на обсуждение приготовленную презентацию (6 –8 слайдов);
- при подготовке к докладу обучающемуся помимо обращения к лекционному материалу рекомендуется воспользоваться литературными источниками, а также электронными ресурсами по выбору обучающего;
- работа над презентацией проводится в аудиториях, отведенных для самостоятельной работы обучающихся, либо в домашних условиях;
- оценка представленного доклада проводится посредством интегральной (целостной) двухуровневой шкалы;
- сроки подготовки доклада в течении семестра.

Контрольная (домашняя контрольная) работа

по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе»

Текущий контроль в форме контрольной (домашней контрольной) работы предназначен для поверки и закрепления теоретических и практических знаний у обучающегося.

Результаты текущего контроля в форме **контрольной (домашней контрольной) работы** оцениваются посредством интегральной (целостной) двухуровневой шкалы.

Шкала оценивания:

Шкала оценивания	**Показатели оценивания**
Зачтено	Обучающийся овладел элементами профессиональных компетенций в рамках определенного уровня: - знания теоретического материала в полном объеме; - показал знания научной литературы по изучаемой проблематике; - корректно и правильно оформил контрольную работу; - давал верные ответы на уточняющие дополнительные вопросы
Не зачтено	Обучающийся не овладел элементами профессиональных компетенций в рамках определенного уровня: - обнаружил существенные пробелы в знании теоретического материала; - представил оформил контрольную работу, не удовлетворяющую требованиям к её выполнению; - не отвечал на уточняющие дополнительные вопросы

ВОПРОСЫ

Контрольная (домашняя контрольная) работа

по «Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе»

Тема 1 Эксперимент как предмет исследования.

1 Что такое эксперимент? Какова его роль в инженерной практике?

2 Какие общие черты имеют научные методы исследований для изучения закономерностей различных процессов и явлений в промышленности?

3 Приведите классификации видов экспериментальных исследований, исходя из цели проведения эксперимента и формы представления результатов, а также в зависимости от условий его реализации.

4 В чем заключаются принципиальные отличия активного эксперимента от пассивного?

5 Поясните преимущества и недостатки лабораторного и промышленного эксперимента.

6 В чем отличие количественного и качественного экспериментов?

7 Дайте определения следующим терминам: опыт, фактор, уровень фактора, отклик, функция отклика, план и планирование эксперимента.

Тема 2 Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики.

1 Какие задачи решают в ходе статистической обработки экспериментальных данных?

2 Что такое генеральная совокупность и выборка?

3 Что такое точечное оценивание? Перечислите точечные оценки основных параметров нормального распределения для непрерывной случайной величины.

4 В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?

5 В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная

статистическая гипотезы?
6 С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?
7 Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных?
8 Что такое критерий согласия? Какова основная идея его использования при проверке гипотез о виде функции распределения?
9 В чем заключается алгоритм использования критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных?
10 Какова процедура использования критерия Колмогорова-Смирнова для проверки гипотезы нормального распределения?

Тема 3 Пассивный эксперимент. Анализ результатов пассивного эксперимента.
1 Назовите основные отличия активного и пассивного экспериментов, их преимущества и недостатки.
2 Назначение и порядок проведения регрессионного анализа.
3 Назначение и порядок проведения факторного анализа.
4 Назначение и порядок проведения метода главных компонентов.
5 Какой метод ориентирован на корреляционную связь исследуемых параметров процесса?
6 Какой метод ориентирован на дисперсию?
7 Каков порядок проведения пассивного эксперимента в производственных условиях?
8 Виды производственных погрешностей.
9 Как определяется систематическая погрешность?
10 Как определить случайную составляющую погрешности?

Тема 4 Основы теории планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент.
1 Что такое активный эксперимент?
2 Что называется полным дробным экспериментом?
3 Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интегралы варьирования?
4 Указать порядок проведения эксперимента методом ПФЭ.
5 Как составляется матрица планирования ПФЭ?
6 Как выбрать центр плана эксперимента?
7 Чем определяется величина интервала варьирования фактора?
8 Почему необходимо проведение параллельных опытов и их рандомизация?
9 Как зависит число уровней варьируемых факторов от порядка имитационной модели, представленной в виде полинома?
10 В чем заключается смысл разработки математической модели по принципу «от простого – к сложному»?
11 Каков порядок статистической обработки и анализа результатов эксперимента?
12 При каких условиях не соблюдается требование воспроизводимости эксперимента и как следует поступить в этом случае?
13 Как проверить значимость оценок коэффициентов регрессии?
14 Поясните различие применения критерия Стьюдента для оценки выборочных средних значений случайной величины и оценки значимости коэффициента полинома.
15 При каких условиях оценки коэффициентов регрессии незначимы и как эти условия устранить?
16 Как проверить адекватность математической модели?
17 При каких условиях не соблюдается требование адекватности математической модели и как следует поступить в этом случае?

Тема 5 Дробный факторный эксперимент. Метод оптимизации.
1 Что называется дробным факторным экспериментом?
2 В каких случаях возможно планирование ДФЭ?
3 Как можно оценить разрешающую способность матрицы ДФЭ?
4 Что такое генерирующее соотношение и как с его помощью составляется система совместных оценок?
5 Что такое определяющий контраст и как с его помощью составляется система совместных оценок?
6 Указать преимущества факторного планирования эксперимента перед другими способами проведения активного эксперимента и пассивным экспериментом?
7 Когда и для чего используется ЦКП и в чем его отличие от планирования ПФЭ и ДФЭ?
8 Что является критерием оптимальности плана при ЦКОП и ЦКРП?
9 Как достигается ортогональность матрицы планирования при ЦКОП?

10 Почему при рототабельном планировании можно не проводить параллельных опытов?
11 В чем преимущество рототабельного планирования перед ортогональным и как оно достигается?
12 Каков порядок обработки результатов ЦКОП?
13 Каков порядок обработки результатов ЦКРП?
14 Как формулируется задача оптимизации?
15 В чем заключается основная идея и процедура обычного градиентного метода?
16 В чем заключается основная идея и процедура симлексного метода?
17 В чем заключается основная идея и процедура крутого восхождения (Бокса-Уилсона)

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

Процедура оценивания знаний, умений и навыков при проведении текущей аттестации в форме контрольной (домашней контрольной) работы определяется следующими методическими указаниями:

- после изучения теоретических вопросов и анализа, полученных результатов по работам обучающийся представляет в виде контрольной работы в печатном варианте;
- при подготовке контрольной работы обучающемуся помимо обращения к лекционному материалу рекомендуется воспользоваться литературными источниками и электронными ресурсами.
- работа над контрольной работой проводится в аудиториях, отведенных для самостоятельной работы обучающихся, либо в домашних условиях;
- оценка представленной контрольной работы проводится посредством интегральной (целостной) двухуровневой шкалы;
- сроки подготовки в течении сессии.

Приложение 3

ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Аналитические и численные методы планирования эксперимента и инженерном анализе»

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, лаборатории	Г-203 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, комплект мультимедийного оборудования, комплект плакатов, дробилка ДКР-3. Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение
	Г-314 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, шкаф (сейф), 9 компьютеров, комплект мультимедийного оборудования с экраном Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение
	Г-311 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, установка пастеризационная, бочка 205 литров с краном, охладитель молока ОМ-1А, очиститель молока ОМ-1, измерительный комплект К-50, комплект плакатов по дисциплине «Новые машины и оборудование в животноводстве»
	Г-308 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, 7 компьютеров Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение»
помещение для самостоятельной работы	Б-202 библиотека, зал электронных ресурсов Рабочее место администратора, компьютерная мебель, компьютер администратора, 11 персональных компьютеров, 3 принтера, видеоувеличитель. Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirusи свободно распространяемое программное обеспечение. С возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Г-203 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, комплект мультимедийного оборудования, комплект плакатов, дробилка ДКР-3. Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение
	Г-314 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, шкаф (сейф), 9 компьютеров, комплект мультимедийного оборудования с экраном Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение
	Г-311 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, установка пастеризационная, бочка 205 литров с краном, охладитель молока ОМ-1А, очиститель молока ОМ-1, измерительный комплект К-50, комплект плакатов по дисциплине «Новые машины и оборудование в животноводстве»
	Г-308 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, 7 компьютеров Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение»
учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций	Г-203 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, комплект мультимедийного оборудования, комплект плакатов, дробилка ДКР-3. Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение
	Г-205 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, агрегат индивидуального доения УДП-1, 2 доильных аппарата, 2 доильных аппарата с ведрами, 3 пульсатора для доильных аппаратов с попарным доением ППД-2, сепаратор-сливкоотделитель Ж5-ОСБ, стенд диагностики, учебный стенд Доильная установка УДМ, резервуар-охладитель РО-0,63, насос вакуумный НВМ-70, комплект плакатов «Механизация доения коров и первичная обработка молока», комплект плакатов «Механизация приготовления и раздача кормов на фермах КРС (выборка), комплект плакатов

	«Первичная обработка молока»
	Г-311 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, установка пастеризационная, бочка 205 литров с краном, охладитель молока ОМ-1А, очиститель молока ОМ-1, измерительный комплект К-50, комплект плакатов по дисциплине «Новые машины и оборудование в животноводстве»
	Г-308 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, 7 компьютеров Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение»
учебные аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации	Г-203 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, комплект мультимедийного оборудования, комплект плакатов, дробилка ДКР-3. Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение
	Г-314 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, шкаф (сейф), 9 компьютеров, комплект мультимедийного оборудования с экраном Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение
	Г-311 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, установка пастеризационная, бочка 205 литров с краном, охладитель молока ОМ-1А, очиститель молока ОМ-1, измерительный комплект К-50, комплект плакатов по дисциплине «Новые машины и оборудование в животноводстве»
	Г-308 Доска, рабочее место преподавателя, комплект столов и стульев для обучающихся, 7 компьютеров Список ПО: Windows, Microsoft Office, Kaspersky Antivirus и свободно распространяемое программное обеспечение»

Приложение 4

Перечень
периодических изданий, рекомендуемый по дисциплине
«Аналитические и численные методы в планировании эксперимента и инженерном анализе»

Наименование	Наличие доступа
Достижения науки и техники АПК[Текст]:ООО "Ред. жур. "Достижения науки и техники АПК"	Читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
Сельскохозяйственная техника[Текст]: обслуживание и ремонт : науч.-произв. журн. / учредитель ООО "Индепендент Масс Медиа"	Читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
Механизация и электрификация сельского хозяйства[Текст] : теорет. и науч.-практ. журн. / учредитель АНО Ред. журн. "Механизация и электрификация сел. хоз-ва"	Читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
Сельский механизатор[Текст]: науч.-попул. произв. журн. / учредители : М-во сел. хоз-ва РФ, ООО "Нива"	Читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
Техника в сельском хозяйстве[Текст]: науч.-теорет. журн. / учредитель Рос. акад. с.-х. наук	Читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
Техника и оборудование для села[Текст]: ежемес. информ.-реклам. и науч.-произв. журн. / учредитель ФГНУ "Росинформагротех"	Читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
Тракторы и сельхозмашины[Текст]: ежемес. науч.-практ. журн. / учредитель Редакция	Читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
Инженерно-техническое обеспечение АПК[Текст]: реф. журн. / учредители : ЦНСХБ Россельхозакадемии, ФГБНУ "Росинформагротех"	Читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ