Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Муромский институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

(МИ ВлГУ)

Кафедра *ТМС*

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____Д.Е. Андрианов
19.05.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория планирования многофакторных экспериментов в машиностроении и математические методы обработки экспериментальных данных

Направление подготовки *15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств*

Профиль подготовки *Цифровые технологии в машиностроении*

Семестр	Трудоемкость, час./зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
1	**180 / 5**	**16**		**16**	**1,6**	**0,25**	**33,85**	**146,15**	**Зач. с оц.**
Итого	**180 / 5**	**16**		**16**	**1,6**	**0,25**	**33,85**	**146,15**	

Муром, 2026 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: Дисциплина Теория планирования многофакторных экспериментов в машиностроении и математические методы обработки экспериментальных данных состоит из двух самостоятельных полноценных дисциплин:

1. Математические методы обработки экспериментальных данных

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов классическим и современным математическим методам обработки экспериментальных данных, полученных при пассивном или активном экспериментах, а также методы планирования оптимальных экспериментов. Овладение методами оценки погрешностей при экспериментальных исследованиях технологических процессов, определения доверительных интервалов при обработке экспериментальных данных.

Задача изучения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студенты должны овладеть методами обработки экспериментальных данных, планирования оптимальных экспериментов, методами обнаружения и устранения грубых и прогрессирующих ошибок, методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов, получение необходимых знаний о возникновении, характере и природе погрешностей, появляющихся при проведении эксперимента и обработке экспериментальных данных.

2. Теория планирования многофакторных экспериментов в машиностроении.

Целями освоения дисциплины «Теория планирования многофакторных экспериментов в машиностроении» являются дать обучающемуся необходимый минимум знаний по планированию, реализации и анализу результатов инженерного эксперимента, практически, независимо от предметной области исследования, подготовить магистра, будущего исследователя к выполнению экспериментальных работ, к грамотному анализу результатов лабораторных исследований и производственных испытаний.

Задачи дисциплины - изучение и практическое освоение основных, общих принципов, подходов и методов реализации экспериментальных работ, необходимых при решении различных прикладных проблем и научных задач, практическая реализация экспериментальных моделей, формирование знаний, навыков и системного подхода для применения полученных знаний при выполнении НИОКР, в будущей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Курс базируется на знаниях, полученных студентами в области естественно-научных дисциплин. Изучение дисциплины "Теория планирования многофакторных экспериментов в машиностроении и математические методы обработки экспериментальных данных" необходимо для выполнения магистерской диссертации.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2 Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;	ОПК-2.3 Анализирует и оформляет результаты математического моделирования процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных	Знать современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике; проводить предварительную подготовку к исследованию и априорный анализ доступной информации, составлять план и анализировать результаты эксперимента; теоретические	Вопросы к устному опросу, вопросы к лабораторным работам

	исследований	аспекты экспериментальных исследований и основные принципы подготовки, планирования, проведения и анализа научного эксперимента (ОПК-2.3) Уметь проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей (ОПК-2.3) Владеть методикой расчета и обработкой экспериментальных данных (ОПК-2.3)	
ОПК-4 Способен подготавливать научно-технические отчеты и обзоры по результатам выполненных исследований и проектно-конструкторских работ в области машиностроения;	ОПК-4.3 Демонстрирует методы решения научных, технических, организационных проблем и оценки экономической эффективности проводимых мероприятий в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств	Знать основы математической теории планирования многофакторного эксперимента, методы оптимизации и повышения компактности эксперимента; об эксперименте, как предмете исследования, о стратегии и тактике, об основных путях повышения эффективности инженерного эксперимента; о стандартных и экспрессных методах обработки и статистического анализа результатов эксперимента, включая дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ; об основных организационных и постановочных аспектах экспериментальной работы, приемах анализа и оформления результатов исследования (ОПК-4.3) Уметь выполнять математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований (ОПК-4.3) Владеть приемами анализа и оформления результатов исследования (ОПК-4.3)	Вопросы к устному опросу, вопросы к лабораторным работам

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.
Срок обучения 2г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.	1	4		4					52	устный опрос, отчет по лабораторным работам
2	Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений.	1	4		4					30	устный опрос, отчет по лабораторным работам
3	Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики Графическое изображение	1	4		4					22	устный опрос, отчет по лабораторным работам

	вариационных рядов. Моменты распределения. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин.										
4	Понятие о выборочном методе, статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.	1	4		4					42,15	устный опрос, отчет по лабораторным работам
Всего за семестр		180	16		16			1,6	0,25	146,15	Зач. с оц.
Итого		180	16		16			1,6	0,25	146,15	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 1

Раздел 1. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.

Лекция 1.

Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Требования, предъявляемые к факторам. Формализация процесса отбора факторов (2 часа).

Лекция 2.

Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента. Уравнение регрессии. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент (2 часа).

Раздел 2. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений.

Лекция 3.

Задача оптимизации. Планирование экспериментов. Однофакторный экспериментальный эксперимент Планирование эксперимента при изучении механизма явлений (2 часа).

Лекция 4.

Планирование эксперимента в условиях неоднородностей. Классификация планов дисперсного анализа. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента (2 часа).

Раздел 3. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин.

Лекция 5.

ВАРИАЦИОННЫЕ РЯДЫ И ИХ СТАТИСТИЧЕСКИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКИ. Вариационные ряды и их элементы. Среднестатистические характеристики ряда распределения. Практическое использование среднестатистических характеристик в машиностроении. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ВАРИАЦИОННЫХ РЯДОВ. МОМЕНТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ. Графическое изображение вариационных рядов. Моменты ряда распределения. Асимметрия и эксцесс. СГЛАЖИВАНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ. Графическое сглаживание. Аналитическое

сглаживание. ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН. Определение случайной величины и закона распределения случайной величины. .Законы распределения случайных величин. Понятия о критериях согласия. Критерий согласия $\chi 2$-квадрат Пирсона. Критерий согласия Колмогорова. Нормальный закон распределения. Проверка соответствия эмпирического распределения нормальному теоретическому с помощью критерия согласия акад. А.Н. Колмогорова. Проверка соответствия эмпирического распределения нормальному по показателям асимметрии и эксцесса, критериев знаков, Шовенэ и Шарлье. Упрощенный способ Линдеберга. γ - распределение случайных величин и его оценка (2 часа).

Лекция 6.

ПОНЯТИЕ О ВЫБОРОЧНОМ МЕТОДЕ. СТАТИСТИЧЕСКИЕ. ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ. Выборочный метод. Генеральная и выборочная совокупности. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Статистические оценки параметров распределения. Оценка математического ожидания и дисперсии по выборке. Построение доверительного интервала для математического ожидания при известной дисперсии . Распределение Стьюдента. Построение доверительного интервала для математического ожидания. Определение необходимого числа определений (замеров). Проверка статистических гипотез. Проверка гипотезы о равенстве средних. Дисперсии генеральной совокупности известны. При неизвестных σ. Парный двухвыборочный t-тест для средних. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей. Проверка соответствия результатов измерений установленным допускам. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ. КОВАРИАЦИОННЫЙ И КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ. Общие сведения. Оценка надежности коэффициента корреляции. Множественная корреляция. РЕГРЕССИВНЫЙ АНАЛИЗ. Общие сведения. Оценка по методу наименьших квадратов для линейной модели (НК. Доверительные интервалы и критерии для параметров линейной модели. Доверительные интервалы для условного математического ожидания Y. Измерение тесноты связи в регрессивном анализе. Расчет линейной регрессии по не сгруппированным данным. Расчет линейной регрессии по сгруппированным данным. Расчет криволинейной регрессивной связи. Множественная регрессия. Определение тесноты связи в случае множественной регрессии. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Требования, предъявляемые к факторам. Формализация процесса отбора факторов. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента. Уравнение регрессии. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент (2 часа).

Раздел 4. Понятие о выборочном методе, статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.

Лекция 7.

Задача оптимизации. Планирование экспериментов. Однофакторный экспериментальный эксперимент. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений (2 часа).

Лекция 8.

Планирование эксперимента в условиях неоднородностей. Классификация планов дисперсного анализа. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 1

Раздел 1. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.

Лабораторная 1.

Статистические основы планирования и организации эксперимента (4 часа).

Раздел 2. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений.

Лабораторная 2.

Основы корреляционного и регрессионного анализа (4 часа).

Раздел 3. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин.

Лабораторная 3.

Однофакторный регрессионный анализ Двухфакторный дисперсионный анализ (4 часа).

Раздел 4. Понятие о выборочном методе, статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.

Лабораторная 4.

Планирование эксперимента по схеме латинского квадрата. Основы планирования полного факторного эксперимента. Основы планирования дробного факторного эксперимента Планирование эксперимента второго порядка (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Вариационные ряды и их статистические характеристики. Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения.
2. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин.
3. Понятие о выборочном методе., статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ.
4. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.
5. Значение эксперимента в исследовательской работе. Роль системного подхода. Факторное пространство и поверхность (функция) отклика.
6. Интервал неопределенности (доверительный интервал). Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Планы первого порядка (линейная модель). Причины и источники ошибок. Неопределенность результатов измерения.
7. Методы отсеивающего активного эксперимента. Ранжирование факторов. Планы второго порядка. Использование ортогональных двухуровневых планов в качестве ядра.
8. Применение и возможности диаграмм различного типа (столбиковая, ленточная, секторная). Нулевая и альтернативная гипотезы.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.2 Форма обучения: очно-заочная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г 6м.

Семестр	Трудоемкость, час./ зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль,час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
3	**180 / 5**	**8**		**16**	**0,8**	**0,25**	**25,05**	**154,95**	**Зач. с оц.**
Итого	**180 / 5**	**8**		**16**	**0,8**	**0,25**	**25,05**	**154,95**	

4.2.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.	3	2		4					38	устный опрос, отчет по лабораторным работам
2	Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений.	3	2		4					44	устный опрос, отчет по лабораторным работам

3	Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин.	3	2		4					40	устный опрос, отчет по лабораторным работам
4	Понятие о выборочном методе, статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.	3	2		4					32,95	устный опрос, отчет по лабораторным работам
Всего за семестр		180	8		16			0,8	0,25	154,95	Зач. с оц.(0)
Итого		180	8		16			0,8	0,25	154,95	

4.2.2. Содержание дисциплины

4.2.2.1. Перечень лекций

Семестр 3

Раздел 1. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.

Лекция 1.

Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Требования, предъявляемые к факторам. Формализация процесса отбора факторов (2 часа).

Раздел 2. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений.

Лекция 2.

Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента. Уравнение регрессии. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент. Задача оптимизации. Планирование экспериментов. Однофакторный экспериментальный эксперимент Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Планирование эксперимента в условиях неоднородностей. Классификация планов дисперсного анализа. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента ВАРИАЦИОННЫЕ РЯДЫ И ИХ СТАТИСТИЧЕСКИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКИ. Вариационные ряды и их элементы.

Среднестатистические характеристики ряда распределения. Практическое использование среднестатистических характеристик в машиностроении. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ВАРИАЦИОННЫХ РЯДОВ. МОМЕНТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ. Графическое изображение вариационных рядов. Моменты ряда распределения. Асимметрия и эксцесс. СГЛАЖИВАНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ. Графическое сглаживание. Аналитическое сглаживание. ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН. Определение случайной величины и закона распределения случайной величины. .Законы распределения случайных величин. Понятия о критериях согласия. Критерий согласия χ2-квадрат Пирсона. Критерий согласия Колмогорова. Нормальный закон распределения. Проверка соответствия эмпирического распределения нормальному теоретическому с помощью критерия согласия акад. А.Н. Колмогорова. Проверка соответствия эмпирического распределения нормальному по показателям асимметрии и эксцесса, критериев знаков, Шовенэ и Шарлье. Упрощенный способ Линдеберга. γ - распределение случайных величин и его оценка (2 часа).

Раздел 3. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин.

Лекция 3.

ПОНЯТИЕ О ВЫБОРОЧНОМ МЕТОДЕ. СТАТИСТИЧЕСКИЕ. ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ. Выборочный метод. Генеральная и выборочная совокупности. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Статистические оценки параметров распределения. Оценка математического ожидания и дисперсии по выборке. Построение доверительного интервала для математического ожидания при известной дисперсии . Распределение Стьюдента. Построение доверительного интервала для математического ожидания при неизвестном □□ оценка качества оценок дисперсии. Определение необходимого числа определений (замеров). Проверка статистических гипотез. Проверка гипотезы о равенстве средних. Дисперсии генеральной совокупности известны. При неизвестных σ. Парный двухвыборочный t-тест для средних. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей. Проверка соответствия результатов измерений установленным допускам. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ. КОВАРИАЦИОННЫЙ И КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ. Общие сведения. Оценка надежности коэффициента корреляции. Множественная корреляция. РЕГРЕССИВНЫЙ АНАЛИЗ. Общие сведения. Оценка по методу наименьших квадратов для линейной модели (НК. Доверительные интервалы и критерии для параметров линейной модели. Доверительные интервалы для условного математического ожидания Y. Измерение тесноты связи в регрессивном анализе. Расчет линейной регрессии по не сгруппированным данным. Расчет линейной регрессии по сгруппированным данным. Расчет криволинейной регрессивной связи. Множественная регрессия. Определение тесноты связи в случае множественной регрессии. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Требования, предъявляемые к факторам. Формализация процесса отбора факторов. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента. Уравнение регрессии. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент (2 часа).

Раздел 4. Понятие о выборочном методе, статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.

Лекция 4.

Задача оптимизации. Планирование экспериментов. Однофакторный экспериментальный эксперимент. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Планирование эксперимента в условиях неоднородностей. Классификация планов дисперсного анализа. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента (2 часа).

4.2.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 3

Раздел 1. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.

Лабораторная 1.

Вариационные ряды и их статистические характеристики. Графическое изображение вариационных рядов. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин. Выбор оптимальной зависимости (4 часа).

Раздел 2. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений.

Лабораторная 2.

Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин. Оценки параметров распределения (4 часа).

Раздел 3. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин.

Лабораторная 3.

Проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ. Прямая регрессия. Регрессивный анализ Криволинейная регрессия (4 часа).

Раздел 4. Понятие о выборочном методе, статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.

Лабораторная 4.

Основы планирования полного факторного эксперимента. Основы планирования дробного факторного эксперимента. Планирование эксперимента второго порядка. Однофакторный регрессионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ (4 часа).

4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Вариационные ряды и их статистические характеристики. Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения.

2. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин.

3. Понятие о выборочном методе., статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ.

4. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.

5. Значение эксперимента в исследовательской работе. Роль системного подхода. Факторное пространство и поверхность (функция) отклика.

6. Интервал неопределенности (доверительный интервал). Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Планы первого порядка (линейная модель). Причины и источники ошибок. Неопределенность результатов измерения.

7. Методы отсеивающего активного эксперимента. Ранжирование факторов. Планы второго порядка. Использование ортогональных двухуровневых планов в качестве ядра.

8. Применение и возможности диаграмм различного типа (столбиковая, ленточная, секторная). Нулевая и альтернативная гипотезы.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности студентов для достижения запланированных результатов обучения и реализации компетентностного подхода. В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении лабораторных работ применяются имитационный или симуляционный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация, все шаги решения задачи студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. Затем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Скворцова Л.М. Методология научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Скворцова Л.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 79 с. - http://www.iprbookshop.ru/27036.html

2. Корзун Н.Л. Сбор, обработка и анализ научно-технической информации [Электронный ресурс]: учебное пособие для практических занятий магистрантов специальности 270800 «Строительство», магистерской программы «Прогнозирование характеристик систем жизнеобеспечения» (ТВм)/ Корзун Н.Л.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 55 с. - http://www.iprbookshop.ru/20412.html

3. Клименко И.С. Методология системного исследования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Клименко И.С.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 207 с. - http://www.iprbookshop.ru/20358.html

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Основы математической обработки информации [Электронный ресурс]: учебное пособие для организации самостоятельной деятельности студентов/ И.Н. Власова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2013.— 115 с - http://www.iprbookshop.ru/32076.html

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

– http://dic.academic.ru (Словари и энциклопедии);
– http://elibrary.ru (Научная электронная библиотека).

Программное обеспечение:

РЕД ОС (Соглашение №140/05-21У от 18.05.2021 года о сотрудничестве в области науки, развития инновационной деятельности)

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

iprbookshop.ru
dic.academic.ru (Словари и энциклопедии);
elibrary.ru (Научная электронная библиотека).
mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория начертательной геометрии и инженерной графики

Проектор Sanyo PLC-XU83; настенный экран; DVD проигрыватель Pioneer DV310-S; наглядные пособия; плакаты.

Кабинет инженерной графики

Проектор Sanyo PLC-XU83; настенный экран; DVD проигрыватель Pioneer DV310-S; наглядные пособия; плакаты.

Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы обучающихся

ЭВМ Intel Core 2 E4400 2,0 ГГц, ЭВМ Intel Core 2 E5500 2,8 ГГц, сканер Epson GT 15000. ПК CPUID Intel(R) Core(TM) i5-3330 CPU @ 3.00GHz/ Chipset$H77-D3H_BIOS DATE/RAM 8150 Мб/HDD 1024 GB/ LG FLATRON E1910 -12 шт.

Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы обучающихся

ПК Intel Core i7-4790 3.6 GHz-2 шт., ПК Intel Core i5-4570 3.2 GHz-10 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями. Использует ИОП, где приведены дополнительные теоретические материалы. Там же приведен конспект лекций и электронный конспект лекций.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводятся в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет с оценкой. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств* и профилю подготовки *Цифровые технологии в машиностроении*
Рабочую программу составил *Силантьев С.А.*_____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТМС*

протокол № 28 от 07.05.2026 года.
Заведующий кафедрой *ТМС* _____*Яшин А.В.*
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 6 от 12.05.2026 года.
Председатель комиссии МСФ _____ *Калиниченко М.В*
(Подпись) (Ф.И.О.)

Приложение

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине

Теория планирования многофакторных экспериментов в машиностроении и математические методы обработки экспериментальных данных

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Вопросы к лабораторной работе №1

1. Что такое планирование эксперимента и как оно используется в измерительной технике?
2. Какие статистические методы используются при планировании эксперимента?
3. Какие типы экспериментов существуют и как они отличаются друг от друга?
4. Как происходит выбор оптимального плана эксперимента?
5. Какие параметры могут быть учтены при планировании эксперимента?
6. Какие методы используются для анализа результатов эксперимента?
7. Какие преимущества и ограничения имеет использование статистических методов при планировании эксперимента?
8. Какое значение имеет планирование эксперимента в практике измерений и контроля?

Вопросы к лабораторной работе №2

1. Что такое корреляционный и регрессионный анализ и как они используются в измерительной технике?
2. Какие параметры могут быть учтены в корреляционном и регрессионном анализе?
3. Какие статистические методы используются при корреляционном и регрессионном анализе?
4. Как происходит анализ зависимостей между переменными с помощью корреляционного и регрессионного анализа?
5. Какие методы используются для оценки точности моделей корреляционного и регрессионного анализа?
6. Какие преимущества и ограничения имеет использование корреляционного и регрессионного анализа в измерительной технике?
7. Какие методы используются для оптимизации работы системы корреляционного и регрессионного анализа?
8. Какое значение имеет корреляционный и регрессионный анализ в практике измерений и контроля?

Вопросы к лабораторной работе №3

1. Что такое однофакторный регрессионный анализ и как он используется в измерительной технике?
2. Какие параметры могут быть учтены в однофакторном регрессионном анализе?
3. Как происходит анализ зависимостей между переменными с помощью однофакторного регрессионного анализа?
4. Какие методы используются для оценки точности моделей однофакторного регрессионного анализа?
5. Какие преимущества и ограничения имеет использование однофакторного регрессионного анализа в измерительной технике?
6. Какие методы используются для оптимизации работы системы однофакторного регрессионного анализа?
7. Что такое двухфакторный дисперсионный анализ и как он используется в измерительной технике?
8. Какие параметры могут быть учтены в двухфакторном дисперсионном анализе?
9. Как происходит анализ зависимостей между переменными с помощью двухфакторного дисперсионного анализа?
10. Какие методы используются для оценки точности моделей двухфакторного дисперсионного анализа?

11. Какие преимущества и ограничения имеет использование двухфакторного дисперсионного анализа в измерительной технике?

12. Какие методы используются для оптимизации работы системы двухфакторного дисперсионного анализа?

13. Какое значение имеет однофакторный регрессионный анализ и двухфакторный дисперсионный анализ в практике измерений и контроля?

Вопросы к лабораторной работе №4

1. Что такое схема латинского квадрата и как она используется в планировании эксперимента?

2. Какая основная цель использования схемы латинского квадрата в планировании эксперимента?

3. Какие параметры могут быть учтены при планировании эксперимента по схеме латинского квадрата?

4. Как происходит выбор оптимального плана эксперимента по схеме латинского квадрата?

5. Какие преимущества и ограничения имеет использование схемы латинского квадрата в планировании эксперимента?

6. Как происходит планирование полного факторного эксперимента и какие параметры учитываются при этом?

7. Как происходит планирование дробного факторного эксперимента и какие параметры учитываются при этом?

8. Как происходит планирование эксперимента второго порядка и какие параметры учитываются при этом?

9. Какие методы используются для оценки точности результатов эксперимента?

10. Какие преимущества и ограничения имеет использование полного, дробного факторного эксперимента и эксперимента второго порядка в планировании эксперимента?

11. Какие методы используются для оптимизации работы системы планирования эксперимента?

12. Какое значение имеет планирование эксперимента в практике измерений и контроля?

Вопросы для рейтинг-контроля № 1

1. Что такое активный эксперимент?

2. Что называется полным дробным экспериментом?

3. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы 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?

и как следует поступить в этом случае?

12. Что называется дробным факторным экспериментом?

13. В каких случаях возможно планирование ДФЭ?

14. Как можно оценить разрешающую способность матрицы ДФЭ?

15. Что такое генерирующее соотношение и как оно выбирается?

16. Что такое определяющий контраст и как с его помощью составляется система совместных оценок?

Вопросы для рейтинг-контроля № 2

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. Причины возникновения погрешностей при производстве ЭС

10. Как определяется систематическая погрешность?

11. Как определить случайную составляющую погрешности?

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

Вопросы для рейтинг-контроля № 3

1. Как формулируется задача оптимизации?

2. В чем заключается основная идея и процедура обычного градиентного метода?

3. В чем заключается основная идея и процедура метода Кифера-Вольфовица? 4.

В чем заключается основная идея и процедура симплексного метода?

5. В чем заключается основная идея и процедура метода крутого восхождения (Бокса-Уилсона)?

6. В чем состоит роль мысленных опытов и как они проводятся?

7. Как выполняется статистический анализ результатов в методе крутого восхождения?

8. Как выполняется оптимизация при многоэкстремальной поверхности отклика?

9. Что служит критерием для выбора начальной точки исследования?

10. Что служит критерием для выбора интервала варьирования для каждого фактора?

11. Указать преимущества факторного планирования эксперимента перед другими способами проведения активного эксперимента и пассивным экспериментом?

12. Когда и для чего используется ЦКП и в чем его отличие от планирования ПФЭ и ДФЭ?

13. Что является критерием оптимальности плана при ЦКОП и ЦКРП?

14. Как достигается ортогональность матрицы планирования при ЦКОП?

15. Почему при рототабельном планировании можно не проводить параллельных опытов?

16. В чем преимущество рототабельного планирования перед ортогональным и как оно достигается?

17. Каков порядок обработки результатов ЦКОП?

18. Каков порядок обработки результатов ЦКРП?

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос, опрос по лабораторным работам	До 25 баллов
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос, опрос по лабораторным работам	До 25 баллов
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос, опрос по лабораторным работам	До 25 баллов
Посещение занятий студентом	Всех занятий	До 15 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)	Качество графики	До 5 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	Во время	До 5 баллов

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.
Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=2708

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Формой промежуточной аттестации является зачёт. Зачёт формируется на основании итогового рейтинга студента. Рейтинг студента включает в себя баллы, начисляемые по результатам текущего контроля успеваемости на контрольных неделях и итогового устного опроса на последней неделе семестра, а также дополнительные баллы за посещаемость и активность на занятиях.

Итоговый устный опрос обучающихся осуществляется в конце семестра после выполнения программы аудиторных занятий в полном объёме. Итоговый устный опрос осуществляется индивидуально в отношении каждого студента.

Результатом итогового устного опроса является сумма баллов, которая определяет возможность аттестации обучающегося по дисциплине:

- менее 50 баллов - "не зачтено";
- 50 - 100 баллов – "зачтено".

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	***Уровень сформированности компетенций***
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом	***Высокий уровень***

		баллов, близким к максимальному	
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	***Продвинутый уровень***
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	***Пороговый уровень***
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	***Компетенции не сформированы***

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Как называется систематическое и целенаправленное изучение объектов, в котором используются средства и методы науки, и которое завершается формулировкой знаний об изучаемом объекте? 1) обзор информации, 2) наука, 3) научные исследования, 4) априорное ранжирование

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=2708

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.