

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
_____ 25.05.2021

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

Технология машиностроения

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Прак- тические занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного 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, 2021 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.

Задачей 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

Для изучения дисциплины необходимы знания следующих дисциплин: "Высшая математика"; "Дискретная математика"; "Физика"; "Информатика"; "Информационные технологии", "Компьютерная графика"

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-4 Способен подготавливать научно-технические отчеты и обзоры по	ОПК-4.3 Демонстрирует методы решения научных, технических, организационных проблем	Уметь проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые	тест, задачи, вопросы к устному опросу

результатам выполненных исследований и проектно-конструкторских работ в области машиностроения;	и оценки экономической эффективности проводимых мероприятий в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств	экспериментальные данные с данными принятыми моделями для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей (ОПК-4.3)	
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 исследований	Уметь выполнять математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований (ОПК-2.3)	тест, задачи, вопросы к устному опросу

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.	1	2		4					5	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
2	Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.	1	2		4					5	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
3	Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов.	1	2		4					5	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
4	Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Особенности планирования промышленного эксперимента.	1	2		4					5	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
5	Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики. Графическое изображение вариационных рядов.	1	2							5	тестирование, контрольная работа, устный опрос,

	Моменты распределения										
6	Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин . Понятие о выборочном методе., статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ.Регрессионный анализ.	1	2							10	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
7	Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам.	1	2							15	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
8	Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.. Теория факторных планов. Факторная модель. роование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. собенности планирования промышленного эксперимента.. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента.	1	2							96,15	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
Всего за семестр		18 0	16		16			1,6	0,2 5	146,1 5	Зач. с оц.
Итого		18 0	16		16			1,6	0,2 5	146,1 5	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 1

Раздел 1. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента.

Лекция 1.

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

Раздел 2. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.

Лекция 2.

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

Раздел 3. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов.

Лекция 3.

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

Раздел 4. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Особенности планирования промышленного эксперимента.

Лекция 4.

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

Раздел 5. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики. Графическое изображение вариационных рядов.

Моменты распределения

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 χ^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 Линдберга. γ - распределение случайных величин и его оценка (2 часа).

Раздел 6. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин. Понятие о выборочном методе., статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез дисперсионный анализ.

Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ.

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 при неизвестном σ^2 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 \bar{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 7. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам.

Лекция 7.

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

Раздел 8. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Особенности планирования промышленного эксперимента.. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента.

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.

Лабораторная 1.

Статистические основы планирования и организации эксперимента (4 часа).

Раздел 2. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.

Лабораторная 2.

Основы корреляционного и регрессионного анализа (4 часа).

Раздел 3. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов.

Лабораторная 3.

Однофакторный регрессионный анализ Двухфакторный дисперсионный анализ (4 часа).

Раздел 4. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Особенности планирования промышленного эксперимента.

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	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная 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					30	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
2	Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. ланирование эксперимента при изучении механизма явлений.	3	2		4					30	тестирование, контрольная работа, устный опрос,

3	Особенности планирования промышленного эксперимента. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики. Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения	3	2		4					30	тестирование, контрольная работа, устный опрос,
4	Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин. Понятие о выборочном методе., статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Особенности	3	2		4					64,95	тестирование, контрольная работа, устный опрос,

	планирования промышленного эксперимента.. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента.										
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. ланирование 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 согла-сия χ^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).

Раздел 3. Особенности планирования промышленного эксперимента. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики .Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения

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 σ^2 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 сгруппированному данным. Расчет линейной регрессии по сгруппированному 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. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин. Понятие о выборочном методе, статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ. Регрессивный анализ. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Особенности планирования промышленного эксперимента. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента.

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. Особенности планирования промышленного эксперимента. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента. Вариационные ряды и их статистические характеристики. Графическое изображение вариационных рядов. Моменты распределения
Лабораторная 3.

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

Раздел 4. Сглаживание эмпирических данных. Выбор оптимальной зависимости. Законы распределения случайных величин. Понятие о выборочном методе., статистические оценки параметров распределения и проверка статистических гипотез Дисперсионный анализ. Ковариационный и корреляционный анализ.Регрессионный анализ. Введение. Постановка задачи. Планирование эксперимента как раздел теории эксперимента. Факторы. Требования, предъявляемые к факторам. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.. Теория факторных планов. Факторная модель. Планирование отсеивающих экспериментов. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Особенности планирования промышленного эксперимента.. Заключение. Пути развития идей планирования эксперимента.

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. Регрессионный 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

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения

задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

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. Шпаков П.С. Шпаков П. С, Юнаков Ю. Л., Шпакова М. В. Электронное учебное пособие (©). Математические методы обработки экспериментальных данных. <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=3763>. Издание зарегистрировано «8» июля 2010 г. и ему присвоен номер государственной регистрации 0321001358. Регистрационное свидетельство №19721 от «8» Июля 2010 г. (17,0 п.л.). Министерство связи и массовых коммуникаций российской федерации. Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ФГУП НТЦ "Информрегистр". Депозитарий электронных изданий. - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=3763>

2. Шпаков П.С. Математические методы обработки экспериментальных данных: учебное пособие для студентов образовательных программ 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств; 130400.65 Горное дело [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. (15 Мб). - Муром. МИ (филиал) ВлГУ, 2016. - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=3763>

3. Математические основы моделирования информационных процессов и систем: методические указания к лабораторным занятиям Макаров Р. И. 2015 - <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4327>

4. 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>

5. 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>

6. 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>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Шпаков П.С. - Лекции - Математические методы обработки экспериментальных данных - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=3681> - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=3681>

2. 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>

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:

1. http://www.phys.nsu.ru/cherk/Metodizm_old.PDF. Обработка экспериментальных данных.

2. http://molphys.fizteh.ru/study/himfiz/practicum/zip_vers/experiment_2011.pdf - Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))

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

mivlgu.ru
e.lib.vlsu.ru:80
iprbookshop.ru
phys.nsu.ru
molphys.fizteh.ru
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 M6/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 проводится 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 *Технология машиностроения*
Рабочую программу составил д.т..н., профессор *Шпаков П.С.*_____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТМС*

протокол № 15 от 19.05.2021 года.

Заведующий кафедрой *ТМС* _____ *Волченков А.В.*

(Подпись)

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

протокол № 6 от 25.05.2021 года.

Председатель комиссии МСФ _____ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

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

Задания для выполнения лабораторных и практических работ, темы и вопросы для устного опроса размещены в приложении 1.

1 контр.неделя

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?

2 контр неделя

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 компонент
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

3 контр. неделя

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	Тестовые вопросы-- 25, лабораторные 1-2	До 25 баллов
Рейтинг-контроль 2	Тестовые вопросы 25 , лабораторные 3-5	До 25 баллов
Рейтинг-контроль 3	Тестовые вопросы 25 , лабораторные 6-8	До 25 баллов
Посещение занятий студентом	Всех занятий	До 10 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)

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в приложении 2.
<https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=2708>

По второй части дисциплины

1. Каков порядок статистической обработки и анализа результатов эксперимента?
2. При каких условиях не соблюдается требование воспроизводимости эксперимента и как следует поступить в этом случае?
3. Как проверить значимость оценок коэффициентов регрессии?
4. Поясните различие применения критерия Стьюдента для оценки выборочных средних значений случайной величины и оценки значимости коэффициента полинома.
5. При каких условиях оценки коэффициентов регрессии незначимы и как эти условия устранить?
6. Как проверить адекватность математической модели?
7. При каких условиях не соблюдается требование адекватности математической модели и как следует поступить в этом случае?
8. Что называется дробным факторным экспериментом?
9. В каких случаях возможно планирование ДФЭ?
10. Как можно оценить разрешающую способность матрицы ДФЭ?

Блок 2 (уметь)

1. Что такое генерирующее соотношение и как оно выбирается?
2. Что такое определяющий контраст и как с его помощью составляется система совместных оценок?
3. Указать преимущества факторного планирования эксперимента перед другими способами проведения активного эксперимента и пассивным экспериментом?
4. Когда и для чего используется ЦКП и в чем его отличие от планирования ПФЭ и ДФЭ?
5. Что является критерием оптимальности плана при ЦКОП и ЦКРП?
6. Как достигается ортогональность матрицы планирования при ЦКОП?
7. Почему при ротатабельном планировании можно не проводить параллельных опытов?
8. В чем преимущество ротатабельного планирования перед ортогональным и как оно достигается?
9. Каков порядок обработки результатов ЦКОП?
10. Каков порядок обработки результатов ЦКРП?

1. Для проверки гипотезы о равенстве двух выборочных средних значений случайной величины, имеющей гауссовский закон распределения, используется: а) критерий Стьюдента; б) критерий Фишера; в) критерий Кохрена; г) критерий Пирсона.

2. При гауссовском законе распределения случайной величины для проверки гипотезы о равенстве двух дисперсий одной и той же случайной величины, в качестве критерия значимости используется: а) критерий Стьюдента; б) критерий Фишера; в) критерий Кохрена; г) критерий Пирсона.

3. Для проверки однородности дисперсии полученных экспериментальных значений используют: а) критерий Стьюдента; б) критерий Фишера; в) критерий Кохрена; г) критерий Пирсона.

4. Соответствие экспериментального распределения случайной величины предполагаемому теоретическому закону распределения оценивается с помощью: а) критерий Стьюдента; б) критерий Фишера; в) критерий Кохрена; г) критерий Пирсона.

5. Из множества факторов, влияющих на рассеяние выходной величины Y , выбирается один, который, по мнению исследователя, имеет наибольшее влияние на это рассеяние. Чтобы выявить эффект исследуемого фактора, его делят на несколько четко разделимых уровней, а остальные факторы рандомизируют. Это— а) однофакторный дисперсионный анализ; б) двухфакторный дисперсионный анализ; в) трехфакторный дисперсионный анализ.

6. Если $F_{расч} < F_{кр}$, то делается вывод о том, что: а) результаты эксперимента не противоречат гипотезе об отсутствии эффекта уровней исследуемого фактора; б) исследуемый фактор вносит существенный эффект в разброс выходной величины Y .

7. Построение плана эксперимента по типу латинского квадрата – а) однофакторный дисперсионный анализ; б) двухфакторный дисперсионный анализ; в) трехфакторный дисперсионный анализ.

8. Метод выявления наиболее существенных факторов исследуемого процесса, основанный на опросе специалистов, работающих в этой области: а) метод ранговой корреляции; б) дисперсионный анализ; в) методы насыщенных и сверх насыщенных планов.

9. Для проверки согласованности мнений специалистов вычисляют а) коэффициент конкордации; б) критерий Стьюдента; в) коэффициент Фишера.

10. Для первоначального построения «грубой модели» исследуемого процесса, отбросив на первом этапе факторы, оказывающее незначительное влияние, используют: а) метод ранговой корреляции; б) дисперсионный анализ; в) методы насыщенных и сверх насыщенных планов. 11. Напишите формулы для определения: математического ожидания = дисперсии = среднего квадратического отклонения =

1. Что такое статистическая гипотеза и на основании чего ее можно принять или отвергнуть?

2. Каковы условия применения метода случайного баланса и почему они не мешают широкому использованию этого метода при исследовании технологических процессов?

3. Какова общая стратегия исследования при определении факторов, влияющих на процесс?

4. Что означает понятие «число степеней свободы»?

5. Дробный факторный эксперимент и принцип насыщения

6. Опишите план нахождения построчной дисперсии выходной величины

7. Для чего нужно расчетное значение коэффициента Кохрена и как он находится;

8. Что такое критерий Стьюдента и где он используется;

9. Для чего оценивают, насколько отличаются средние значения u_i выходной величины, полученной в точках факторного пространства, и значения u_i , полученного из уравнения регрессии в тех же точках факторного пространства. Чем определяется F- критерий Фишера и как его применяют.

10. Чем обеспечивается ортогональность столбцов матрицы F численных значений базисных функций.

1. Определение ОЦКП. Каким образом для ОЦКП выбирается числовое значение α (звездного плеча).

2. Объясните, почему точность оценки коэффициентов регрессии для ОЦКП для разных групп неодинакова.

3. Условие наличия свойства ротатабельности у ЦКП второго порядка.

4. В чем отличие РЦКП от ОЦКП

5. Являются ли оценки коэффициентов для РЦКП независимыми

6. Что такое симплекс, какой симплекс называется регулярным

7. Опишите алгоритм перемещения симплекса

8. Способы задания симплекса
9. Основная задача, решаемая симплекс планированием

1. Методика исследования байесовского правила классификации в распознавании образов при непрерывных информативных признаках (условные плотности известны с точностью до параметров).

2. Методика исследования алгоритмов построения степенных моделей с использованием ортогональных планов первого и второго порядков.

3. Методика исследования непараметрической оценки прямой регрессии.

4. Методика исследования простейшего алгоритма адаптивной идентификации параметров статических (линейных и нелинейных относительно параметров) моделей объектов.

5. Классификация в распознавании образов

6. Методы непараметрической обработки информации

7. Дисперсионный Анализ

8. Анализ трендов и временных рядов

9. Идентификация статических моделей объектов

10. Идентификация и адаптивное управление динамическими объектами

1. Концепция последовательного усложнения разрабатываемой модели.

2. Особенности выявления существенных факторов сложного процесса.

3. Выявление факторов, оказывающих влияние на функцию отклика с помощью метода ранговой корреляции.

4. Применение дисперсионного анализа для выявления факторов, оказывающих влияние на функцию отклика проводимого эксперимента

5. Методы насыщенных и сверхнасыщенных планов для выявления доминирующих факторов.

6. Особенности выявления существенных факторов сложного процесса

7. Полный факторный эксперимент.

8. Дробный факторный эксперимент.

9. Центральные композиционные планы.

10. Автоматизация обработки результатов

1. Проведение пассивного эксперимента в производственных условиях и информативность его результатов. Факторный анализ.

2. Метод главных компонент.

3. Временные ряды.

4. Планирование и обработка результатов пассивного эксперимента методами регрессионного анализа.

5. Возникновение погрешностей.

6. Автоматизация эксперимента.

7. Метод Гаусса-Зайделя.

8. Градиентные методы.

9. Метод крутого восхождения.

10. Симплексный метод.

1. Математические модели в виде полиномов 1-порядка, полученные в результате обработки результатов активного эксперимента

3. Регрессионные полиномы и их применение;

4. Определение коэффициентов регрессии;

5. Определение локальной области факторного пространства
7. Построения матрицы планирования ПФЭ
8. Смешанные оценки в ПФЭ
9. Оценка эффектов взаимодействия в ПФЭ

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

<https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=2708>

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
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 баллов, близким к максимальному	<i>Высокий уровень</i>
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	<i>Продвинутый уровень</i>
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	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

1. Статистический метод исследования общих свойств совокупности каких-либо объектов на основе изучения свойств лишь части этих объектов, взятых на выборку.

- а) процедура шкалирования;
- б) выборочный метод
- в) анализ документов;
- г) корреляционный анализ.

2. Простая вероятностная выборка:

- а) цели и задачи исследования требуют вероятностного отбора респондентов по каким-то групповым критериям;
- б) составление основы выборки, из которой случайным образом отбираются единицы наблюдения;
- в) выборка, в которых осуществляется несколько последовательных смен единиц отбора.

3. Многоступенчатая выборка

- а) цели и задачи исследования требуют вероятностного отбора респондентов по каким-то групповым критериям;
- б) составление основы выборки, из которой случайным образом отбираются единицы наблюдения;
- в) выборка, в которых осуществляется несколько последовательных смен единиц отбора.

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.