

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Елкин А.И.

« 30 » августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование и организация эксперимента»

направление подготовки / специальность

27.03.01 Стандартизация и метрология

направленность (профиль) подготовки

Стандартизация и метрология

г. Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины "Планирование и организация эксперимента" является подготовка к научно-технической деятельности, связанной с применением экспериментальных исследований: выбор и составление планов многоуровневых экспериментов, организация эксперимента и оценка поведения объекта исследования, анализ результатов эксперимента, построение математических моделей объектов исследования с оценкой их адекватности, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции.

Задачи:

- теоретическая подготовка обучающихся к проведению научных и промышленных экспериментов, необходимых для выявления значимых технологических факторов влияющих на качество изделий;
- сформировать ответственность за представленные результаты, правильное отношение к неполностью подтвержденным гипотезам;
- подготовка к освоению новых аспектов математического аппарата, применяющегося при обработке результатов эксперимента, методик решения оптимизационных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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 (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способен выполнять метрологический надзор за соблюдением правил и норм обеспечения единства измерений, состояния и применения средств измерений	ПК-2.1. Знает нормативно-техническую базу, типы средств измерений, используемых в профессиональной деятельности ПК-2.2. Умеет выполнять метрологический надзор за соблюдением правил и норм обеспечения единства измерений; ПК-2.3. Владеет навыками контроля соответствия рабочих эталонов, средств поверки и калибровки требованиям, указанных в нормативно-технической документации, навыками анализа и определения потребности подразделения в рабочих эталонах, средства поверки и калибровки, навыками подбора и приобретения рабочих эталонов, средств поверки и калибровки	Знает: - нормативно-техническую базу, типы средств измерений, используемых в профессиональной деятельности основные принципы и положения теории планирования эксперимента, - основные методики планирования и предпланирования эксперимента, требования, предъявляемые к методикам обработки результатов эксперимента и поиска оптимумов Умеет: - планировать эксперимент в производственных условиях, формулировать задачи эксперимента; - выполнять метрологический надзор за соблюдением правил и норм обеспечения единства измерений -использовать информационные технологии и математический	Тестовые вопросы, ситуационные задачи, практико-ориентированное задание

		аппарат в профессиональной деятельности; Владеет: - современными средствами и навыками построения линейных и нелинейных математических моделей, проведения оптимизации на базе математических моделей, - навыками контроля соответствия рабочих эталонов, средств поверки и калибровки требованиям, указанных в нормативно-технической документации - современными программными средствами для обработки результатов эксперимента	
ПК-6. Способен разрабатывать методики измерений и испытаний	ПК-6.1. Знает особенности разрабатывать методики измерений и испытаний, принципы применения типовых средств измерений и контроля для оценки соответствия ПК-6.2. Умеет разрабатывать методики измерений и испытаний, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности результатов контроля с учетом ошибок 1-го и 2-го рода. ПК-6.3. Владеет навыками разработки методики измерений и испытаний, способностью выявлять и оценивать источники погрешностей измерения и ошибки контроля в процессе производства.	Знает: - особенности разрабатывать методики измерений и испытаний, принципы применения типовых средств измерений и контроля для оценки соответствия - методы, инструменты, приемы, способы обработки, систематизации и анализа технических исходных данных, необходимых для проведения анализа состояния производства; - основные технологии, методы и инструменты решений фундаментальные типовых задач в области управления качеством. Умеет : - использовать методы алгоритмы регистрации и анализа данных эксперимента; - использовать методы регрессионного анализа планирования эксперимента для обработки данных; - разрабатывать методики измерений и испытаний, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности результатов контроля с учетом ошибок 1-го и 2-го рода. - составлять отчет по заданию, а также, оформлять его в виде публикации. Владеет: - навыками разработки методики измерений и испытаний, способностью выявлять и оценивать источники погрешностей измерения и ошибки контроля в процессе производства. - навыками применения знаний основных технологий, методов и инструментов решения типовых задач в области управления качеством; - навыками использования программных средств для проведения численных расчетов	Тестовые вопросы, ситуационные задачи, практико-ориентированное задание

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Раздел.1. Основные положения математической теории планирования эксперимента Предмет, задачи, содержание дисциплины.	5	1-2	2	2	2		11	
2	Раздел.2. Параметр оптимизации. Требования к параметру оптимизации, его виды.	5	3-4	2	2	2		11	
3	Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.	5	5-6	2	2	2	2	11	Рейтинг-контроль №1
4	Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.	5	7-8	2	2	2	2	11	
5	Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.	5	9-10	2	2	2	2	11	
6	Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.	5	11-12	2	2	2		11	Рейтинг-контроль №2
7	Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов	5	13-14	2	2	2	2	11	
8	Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами	5	15-16	2	2	2	2	11	
9	Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.	5	17-18	2	2	2		11	Рейтинг-контроль №3
Всего за 5 семестр:				18	18	18		99	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18	18	18		99	Экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел.1. Основные положения математической теории планирования эксперимента
Предмет, задачи, содержание дисциплины.

Тема 1.1. Основные положения математической теории планирования эксперимента.

Содержание темы

План эксперимента – совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов. Современные методы планирования эксперимента и обработки его результатов, разработанные на основе математической статистики и теории вероятностей, позволяют существенно сократить число необходимых для проведения опытов.

Тема 1.2. Особенности проведения научных и промышленных экспериментов

Содержание темы

Правила проведения эксперимента в научной деятельности. Выполнение научно-исследовательских проектов. Планирование и реализация экспериментальных исследований в промышленных условиях или на промышленных агрегатах и установках

Раздел.2. Параметр оптимизации. Требования к параметру оптимизации, его виды.

Тема 2.1. Классификация параметров оптимизации

Содержание темы

Виды параметров оптимизации. Параметр оптимизации – это признак, по которому мы оптимизируется процесс. Он должен быть количественным, задаваться числом

Тема 2.2. Стратегическое и тактическое планирование эксперимента.

Содержание темы

Стратегическое планирование - разработка условий проведения эксперимента, определение режимов, обеспечивающих наибольшую информативность эксперимента. Тактическое планирование обеспечивает достижение заданных точности и достоверности результатов.

Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.

Тема 3.1. Основные направления планирования эксперимента в управление качеством

Содержание темы

Планирование эксперимента в системах контроля качества.

Тема 3.2. Выделение значимых факторов, определение необходимого количества измерений и отсеивание грубых погрешностей.

Содержание темы

Количество факторов, влияющих на точность измерений. Погрешность измерения – это отклонение результата измерений x от истинного x_0 (действительного) значения измеряемой величины.

Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.

Тема 4.1. Проверка статистических гипотез.

Содержание темы

Проверки статистических гипотез: формулируется основная гипотеза H_0 и альтернативная гипотеза H_1 ; выбирается статистический критерий, с помощью которого будет проверяться гипотеза: задаётся значение уровня значимости α ; находятся границы области принятия гипотезы; делается вывод о принятии или отвержении основной гипотезы H_0

Тема 4.2. Гипотезы об адекватности модели в задаче регрессии

Содержание темы

Критерий Фишера, о значимости коэффициента регрессии, критерий Стьюдента и о виде закона распределения, критерий Пирсона.

Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.

Тема 5.1. Полуреплика. Построение матрицы планирования.

Содержание темы

Выбор полуреплики. Дробная реплика.

Тема 5.2. Четверть реплики. Построение матрицы планирования.

Содержание темы

Построение четверть-реплики 25-2. Матрица плана D5-2 четверть-реплики строится исходя из матрицы плана ПФЭ 23 с применением двух генерирующих соотношений, определяющих переменные x_4 и x_5 . Варианты генерирующих соотношений.

Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.

Тема 6.1. Матрица планирования для квадратичной модели

Содержание темы

Методы планирования эксперимента. Планы второго порядка.

Тема 6.2. Нахождение экстремума функции.

Содержание темы

Возрастание, убывание и экстремумы функции. Нахождение интервалов возрастания, убывания и экстремумов функции является как самостоятельной задачей, так и важнейшей частью других заданий, в частности, полного исследования функции.

Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов

Тема 7.1. Нелинейный метод наименьших квадратов

Содержание темы

Нелинейный метод наименьших квадратов - это форма анализа методом наименьших квадратов, используемая для подбора набор из m наблюдений с моделью, нелинейной по n неизвестным параметрам ($m \geq n$)

Тема 7.2. Построение доверительных интервалов в случае нелинейной регрессии

Содержание темы

Выполнено построение доверительного интервала нелинейного уравнения регрессии времени восстановления работоспособности устройств терминальной сети на основе нормализующего преобразования Джонсона и t -распределения Стьюдента, без предположения о нормальности эмпирических данных.

Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами

Тема 8.1. Условная оптимизация.

Содержание темы

Одномерная и многомерная безусловная оптимизация, условная оптимизация

Тема 8.2. Построение диаграмм состав - свойство

Содержание темы

Построение диаграмм состав - свойство с помощью методов математического планирования эксперимента сводится к следующей схеме: - выбор модели; - составление и реализация матрицы планирования; - вычисление коэффициентов уравнения; - проверка адекватности модели; - в случае адекватности модели - построение модели в виде линий равных значений и расчет доверительных интервалов; - в случае неадекватности модели - переход к модели более высокой степени. Выбор модели.

Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.

Тема 9.1. Проверка статистических гипотез.

Содержание темы

Проверка статистических гипотез является важнейшим классом задач математической статистики.

Тема 9.2. Гипотезы о равенстве математических ожиданий и дисперсий двух генеральных совокупностей.

Содержание темы

Гипотеза о генеральной дисперсии нормального распределения. Гипотеза о равенстве ген. дисперсий двух нормальных распределений. Гипотеза о вероятности события. Сравнение вероятностей двух биномиальных распределений.

Содержание практических занятий по дисциплине

Предмет, задачи, содержание дисциплины.

Тема 1.1. Математическая теория планирования эксперимента – история создания.

Тема 1.2. Особенности проведения промышленных экспериментов, их цель и задачи, отличие от лабораторного эксперимента.

Раздел.2. Параметр оптимизации. Требования к параметру оптимизации, его виды.

Тема 2.1. Виды параметров оптимизации

Тема 2.2. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации.

Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.

Тема 3.1. Моделирование - метод анализа экспериментальной информации.

Тема 3.2. Задачи, решаемые математической теорией планирования эксперимента.

Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.

Тема 4.1. Решение задачи определения механизма явления.

Тема 4.2. Статистические методы анализа

Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.

Тема 5.1. Полуреплика. Система смешивания.

Тема 5.2. Четверть реплики. Обобщающий определяющий контраст.

Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.

Тема 6.1. Движение по вектор-градиенту в область экстремума функции.

Тема 6.2. Определение области экстремума.

Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов

Тема 7.1. Метод наименьших квадратов

Тема 7.2. Расчет доверительных интервалов в случае нелинейной регрессии

Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами

Тема 8.1. Проверка гипотезы о равенстве средних арифметических.

Тема 8.2. Построение диаграмм состав - свойство

Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.

Тема 9.1. Решение задач статистического анализа.

Тема 9.2. Гипотезы о равенстве математических ожиданий и дисперсий двух генеральных совокупностей.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел.1. Основные положения математической теории планирования эксперимента

Предмет, задачи, содержание дисциплины.

Тема 1.1. Основные положения математической теории планирования эксперимента.

Тема 1.2. Особенности проведения научных и промышленных экспериментов

Содержание лабораторных занятий

Выбор матричного уравнения для определения коэффициентов математической модели

Раздел.2. Параметр оптимизации. Требования к параметру оптимизации, его виды.

Тема 2.1. Классификация параметров оптимизации

Тема 2.2. Стратегическое и тактическое планирование эксперимента.

Содержание лабораторных занятий

Построение модели системы. Процесс создания модели на практике.

Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.

Тема 3.1. Основные направления планирования эксперимента в управление качеством

Тема 3.2. Выделение значимых факторов, определение необходимого количества измерений и отсеивание грубых погрешностей.

Содержание лабораторных занятий

Составление матрицы планирования в кодированном виде, расчет шагов варьирования и основного уровня

Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.

Тема 4.1. Проверка статистических гипотез .

Тема 4.2. Гипотезы об адекватности модели в задаче регрессии (критерий Фишера) о значимости коэффициента регрессии (критерий Стьюдента) и о виде закона распределения (критерий Пирсона)

Содержание лабораторных занятий

Полный факторный эксперимент. Статистическая обработка результатов.

Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.

Тема 5.1. Полуреплика. Построение матрицы планирования.

Тема 5.2. Четверть реплики. Построение матрицы планирования.

Содержание лабораторных занятий

Дробно-факторное планирование. Статистическая обработка результатов.

Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.

Тема 6.1. Матрица планирования для квадратичной модели

Тема 6.2. Нахождение экстремума функции

Содержание лабораторных занятий

Движение по вектор-градиенту: методы крутого восхождения и наискорейшего спуска

Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов

Тема 7.1. Нелинейный метод наименьших квадратов

Тема 7.2. Построение доверительных интервалов в случае нелинейной регрессии

Содержание лабораторных занятий

Экстремальные задачи. Симплекс- метод, методы Бокса- Уилсона и Гаусса- Зейделя.

Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами

Тема 8.1. Условная оптимизация.

Тема 8.2. Построение диаграмм состав - свойство

Содержание лабораторных занятий

Построение нелинейной модели для многофакторного эксперимента

Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.

Тема 9.1. Проверка статистических гипотез.

Тема 9.2. Гипотезы о равенстве математических ожиданий и дисперсий двух генеральных совокупностей.

Содержание лабораторных занятий

Обработки и представление результатов эксперимента с качественными факторами.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль № 1, рейтинг-контроль № 2, рейтинг-контроль № 3)

Рейтинг-контроль № 1

Что включает в себя понятие планирование эксперимента?

- ☐ а) исследование различных процессов экономике и технике;
- ☐ б) изучение природных явлений;
- ☐ в) познание свойств материального мира;
- ☐ г) выбор числа и условий проведения опытов.

Какие из перечисленных положений относятся к понятию эксперимент ?

- ☐ а) изучение природных явлений;
- ☐ б) определение уровней значимости для исследуемых факторов;
- ☐ в) учет всех возможных факторов;
- ☐ г) воспроизводимость условий проведения опытов;
- ☐ д) возможность следить за ходом исследуемого процесса.

Какие требования предъявляются к совокупности факторов?

- ☐ а) наличие корреляции между факторами;
- ☐ б) совместность факторов;
- ☐ в) независимость факторов;
- ☐ г) наличие факторного пространства.

Укажите основные положения математической теории планирования эксперимента?

- ☐ а) выбор стратегии для принятия обоснованных решений после серии опытов;
- ☐ б) создание факторного пространства;
- ☐ в) минимизация числа опытов;
- ☐ г) использование математического аппарата;
- ☐ д) одновременное изменение всех параметров в соответствии с установленным алгоритмом..

Что означает выражение совместность факторов?

- ☐ а) все комбинации факторов осуществимы;
- ☐ б) факторы должны быть управляемыми;
- ☐ в) факторы должны быть независимыми;
- ☐ г) все комбинации факторов безопасны.

Основная особенность активного эксперимента?

- ☐ а) факторы должны быть однозначными;
- ☐ б) факторы должны быть управляемыми;
- ☐ в) факторы должны быть независимыми;
- ☐ г) факторы должны быть совместными.

Независимость факторов означает:

- ☐ а) возможность установки факторов на любом уровне;
- ☐ б) отсутствие корреляции между факторами;
- ☐ в) все комбинации факторов осуществимы и безопасны;
- ☐ г) уровни факторов должны быть симметричны относительно центра плана.

Основные направления математической теории планирования эксперимента?

- ☐ а) планирование задач с выявлением механизма явления;
- ☐ б) планирование факторного пространства;
- ☐ в) планирование экстремальных экспериментов;
- ☐ г) планирование главных экспериментов.

Если измерения при выбранном уровне значимости оказались неравноточными необходимо:

- ☐ а) определить ошибку эксперимента;
- ☐ б) провести опыт, при котором оценка дисперсии была максимальной более тщательно;
- ☐ в) увеличить число параллельных измерений в опыте;
- ☐ г) пересмотреть уровень значимости.

Основной уровень является:

- ☐ а) исходной точкой для построения плана;
- ☐ б) совокупностью уровней факторов;
- ☐ в) максимальным значением фактора;
- ☐ г) минимальным значением фактора.

Что такое операциональное определение фактора:

- ☐ а) одновременное изменение нескольких факторов;
- ☐ б) изменение уровней факторов;
- ☐ в) последовательность действий, с помощью которых устанавливается конкретное значение фактора.

Что такое управляемость факторов?

- ☐ а) фактор является функцией другого фактора;
- ☐ б) возможность поддержание фактора на постоянном уровне в течение всего опыта;
- ☐ в) установка факторов на любом уровне, вне зависимости от других.

Основные свойства (3) матрицы планирования?

- ☐ а) сумма квадратов любого столбца равна числу опытов;
- ☐ б) сумма почленных произведений двух любых вектор-столбцов равно нулю;
- ☐ в) сумма квадратов любого столбца равна нулю;
- ☐ г) алгебраическая сумма элементов любого вектор-столбца равна нулю;
- ☐ д) сумма квадратов любого столбца равна числу значащих факторов.

Какие из перечисленных ниже действий относятся начальному этапу планирования эксперимента?

- ☐ а) полученная математическая модель проверяется на адекватность изучаемому процессу;
- ☐ б) делается описание эксперимента;

- ☐ в)формируются основные задачи эксперимента;
- ☐ г)составляется уравнение регрессии;
- ☐ д)выбирается параметр оптимизации;
- ☐ е)составляется аналитическое выражение;
- ☐ ж)определяются факторы, оказывающие влияние на параметр оптимизации;
- ☐ з)находится дисперсия неадекватности;
- ☐ и)рассчитываются коэффициенты уравнения регрессии;
- ☐ к)определяются границы изменения факторов.

Чему равно число циклов при расчете коэффициентов уравнения регрессии по методу Йетса ?

- ☐ а)число циклов равно числу факторов, участвующих в эксперименте;
- ☐ б)число циклов равно числу опытов;
- ☐ в)число циклов равно числу коэффициентов уравнения регрессии;
- ☐ г)число циклов равно степени полинома математической модели.

В математическую модель при планировании эксперимента включают:

- ☐ а) уравнение регрессии;
- ☐ б) вид планирования;
- ☐ в) факторное пространство;
- ☐ г) ограничения, накладываемые на изменения варьируемых порядков.

Коэффициент b_i в математической модели, полученной после проведения эксперимента показывает:

- ☐ а)фактическое значение i -го фактора;
- ☐ б)значение фиктивной переменной для i -го фактора;
- ☐ в)функцию отклика для i -го фактора;
- ☐ г)степень влияния i -го фактора на функцию отклика

Если на функцию отклика оказывает влияние значительное число факторов, то необходимо:

- ☐ а) оценить значения значащих факторов;
- ☐ б) выбрать центральную точку план эксперимента;
- ☐ в) произвести эксперимент со всеми факторами;
- ☐ г) произвести отсев всех незначащих факторов.

Коэффициент b_0 в математической модели, полученной после проведения эксперимента характеризует:

- ☐ а) минимальное значение функции отклика при $X_i = X_0$;
- ☐ б) максимальное значение функции отклика при $X_i = 0$;

- ☐ в) среднее значение функции отклика при $X_i=b_0$;
- ☐ г) максимальное значение функции отклика при $X_i=X_0$;
- ☐ д) среднее значение функции отклика при $X_i=0$;
- ☐ е) максимальное значение функции отклика при $X_i=b_0$.

Рейтинг-контроль № 2

Что включает в себя понятие рандомизация?

- ☐ а) выбор точек матрицы;
- ☐ б) изучение природных явлений;
- ☐ в) выбор точек матрицы планирования в случайном порядке;
- ☐ г) выбор числа и условий проведения опытов.

От каких из перечисленных ниже параметров зависит число опытов?

- ☐ а) от вида математической модели;
- ☐ б) от значимости исследуемых факторов;
- ☐ в) от числа факторов, оказывающих влияние на функцию отклика;
- ☐ г) от условий проведения опытов;
- ☐ д) от исследуемого процесса.

Какие требования предъявляются к совокупности факторов?

- ☐ а) наличие корреляции между факторами;
- ☐ б) совместность факторов;
- ☐ в) независимость факторов;
- ☐ г) наличие факторного пространства.

Укажите основные положения математической теории планирования эксперимента?

- ☐ а) выбор стратегии для принятия обоснованных решений после серии опытов;
- ☐ б) создание факторного пространства;
- ☐ в) минимизация числа опытов;
- ☐ г) использование математического аппарата;
- ☐ д) одновременное изменение всех параметров в соответствии с установленным алгоритмом..

Как определяется $\min$ ($\max$) в экстремальной точке ?

- ☐ а) знаком первых частных производных;
- ☐ б) знаком коэффициента b_i ;
- ☐ в) знаком вторых частных производных;
- ☐ г) значением функции отклика.

Основная особенность активного эксперимента?

- ☐ а) факторы должны быть однозначными;
- ☐ б) факторы должны быть управляемыми;

- ☐ в) факторы должны быть независимыми;
- ☐ г) факторы должны быть совместными.

Независимость факторов означает:

- ☐ а) возможность установки факторов на любом уровне;
- ☐ б) отсутствие корреляции между факторами;
- ☐ в) все комбинации факторов осуществимы и безопасны;
- ☐ г) уровни факторов должны быть симметричны относительно центра плана.

Основные направления математической теории планирования эксперимента?

- ☐ а) планирование задач с выявлением механизма явления;
- ☐ б) планирование факторного пространства;
- ☐ в) планирование экстремальных экспериментов;
- ☐ г) планирование главных экспериментов.

Если измерения при выбранном уровне значимости оказались неравноточными необходимо:

- ☐ а) определить ошибку эксперимента;
- ☐ б) провести опыт, при котором оценка дисперсии была максимальной более тщательно;
- ☐ в) увеличить число параллельных измерений в опыте;
- ☐ г) пересмотреть уровень значимости.

Чему равен эффект взаимодействия факторов в полном факторном эксперименте?

- ☐ а) значению коэффициента b_{ijk} ;
- ☐ б) эффект взаимодействия равен числу факторов;
- ☐ в) эффект взаимодействия на единицу меньше числа факторов;
- ☐ г) эффект взаимодействия на единицу больше числа факторов.

Что такое операциональное определение фактора:

- ☐ а) одновременное изменение нескольких факторов;
- ☐ б) изменение уровней факторов;
- ☐ в) последовательность действий, с помощью которых устанавливается конкретное значение фактора.

Что такое управляемость факторов?

- ☐ а) фактор является функцией другого фактора;
- ☐ б) возможность поддержание фактора на постоянном уровне в течение всего опыта;
- ☐ в) установка факторов на любом уровне, вне зависимости от других.

Основные свойства матрицы планирования?

- ☐ а) симметричность;
- ☐ б) ротатабельность;
- ☐ в) ортогональность;
- ☐ г) квадратичность;
- ☐ д) нормировка.

Какие из перечисленных ниже действий относятся начальному этапу планирования эксперимента?

- ☐ а)полученная математическая модель проверяется на адекватность изучаемому процессу;
- ☐ б)делается описание эксперимента;
- ☐ в)формируются основные задачи эксперимента;
- ☐ г)составляется уравнение регрессии;
- ☐ д)выбирается параметр оптимизации;
- ☐ е)составляется аналитическое выражение;
- ☐ ж)определяются факторы, оказывающие влияние на параметр оптимизации;
- ☐ з)находится дисперсия неадекватности;
- ☐ и)рассчитываются коэффициенты уравнения регрессии;
- ☐ к)определяются границы изменения факторов.

Реплика задана генерирующими соотношениями $X_4 = -X_1X_3$ и $X_5 = X_1X_2X_3$, какие выражения войдут в систему смешивания для X_2 ?

- ☐ а) $X_1X_3X_5$;
- ☐ б) $X_1X_2X_3X_4$;
- ☐ в) $-X_4X_5$;
- ☐ г) $-X_1X_2X_3X_4$;
- ☐ д) X_4X_5 ;
- ☐ е) $-X_1X_3$;
- ☐ ж) $X_1X_2X_3X_5$;

Как задается разрешающая способность реплики?

- ☐ а) системой смешивания;
- ☐ б) совместными оценками;
- ☐ в) факторным пространством;
- ☐ г) планом эксперимента.

Коэффициент b_i в математической модели, полученной после проведения эксперимента показывает:

- ☐ а) фактическое значение i -го фактора;
- ☐ б) значение фиктивной переменной для i -го фактора;
- ☐ в) функцию отклика для i -го фактора;
- ☐ г) степень влияния i -го фактора на функцию отклика

Если на функцию отклика оказывает влияние значительное число факторов, то необходимо:

- ☐ а) оценить значения значащих факторов;
- ☐ б) выбрать центральную точку план эксперимента;
- ☐ в) произвести эксперимент со всеми факторами;
- ☐ г) произвести отсев всех незначащих факторов.

- ☐ Как определяется алгоритм проведения опытов?
- ☐ а) экспериментатором на основе априорной информации;
 - ☐ б) матрицей планирования;
 - ☐ в) с помощью рандомизации;
 - ☐ г) произвольно;
 - ☐ д) методом бальной оценки;
 - ☐ е) методом случайного баланса.

Рейтинг-контроль № 3

Чему равен эффект фактора ?

- ☐ а) значению коэффициента;
- ☐ б) удвоенному значению коэффициента;
- ☐ в) среднему значению коэффициента;
- ☐ г) среднему значению коэффициента при всех $X_i=0$.

От каких из перечисленных ниже параметров зависит число опытов?

- ☐ а) от вида математической модели;
- ☐ б) от значимости исследуемых факторов;
- ☐ в) от числа факторов, оказывающих влияние на функцию отклика;
- ☐ г) от условий проведения опытов;
- ☐ д) от исследуемого процесса.

Какие из перечисленных ниже положений связаны с основным уровнем?

- ☐ а) исходная точка для построения эксперимента;
- ☐ б) оптимальное значение фактора;
- ☐ в) среднее значение фактора;
- ☐ г) параметр, выбирающийся из области значений фактора.

Укажите основные положения математической теории планирования эксперимента?

- ☐ а) выбор стратегии для принятия обоснованных решений после серии опытов;
- ☐ б) создание факторного пространства;
- ☐ в) минимизация числа опытов;
- ☐ г) использование математического аппарата;
- ☐ д) одновременное изменение всех параметров в соответствии с установленным алгоритмом..

Что означает выражение совместность факторов?

- ☐ а) все комбинации факторов осуществимы;
- ☐ б) факторы должны быть управляемыми;
- ☐ в) факторы должны быть независимыми;
- ☐ г) все комбинации факторов безопасны.

Основная цель оптимизационных задач?

- ☐ а) определение оптимальной математической модели;
- ☐ б) определение оптимального значения степени влияния факторов на функцию отклика;
- ☐ в) определение координат экстремальной точки;
- ☐ г) определение адекватной математической модели.

Независимость факторов означает:

- ☐ а) возможность установки факторов на любом уровне;
- ☐ б) отсутствие корреляции между факторами;
- ☐ в) все комбинации факторов осуществимы и безопасны;
- ☐ г) уровни факторов должны быть симметричны относительно центра плана.

Основные направления математической теории планирования эксперимента?

- ☐ а) планирование задач с выявлением механизма явления;
- ☐ б) планирование факторного пространства;
- ☐ в) планирование экстремальных экспериментов;
- ☐ г) планирование главных экспериментов.

Виды параметров оптимизации?

- ☐ а) экономические;
- ☐ б) статистические;
- ☐ в) технические;
- ☐ г) производственные;
- ☐ д) технико-экономические;
- ☐ е) технико-технологические;
- ☐ ж) технико-статистические.

Какое соотношение называется генерирующим:

- ☐ а) соотношение, показывающие с каким из эффектов не взаимодействует данный эффект;
- ☐ б) соотношение, показывающие совокупностью уровней факторов;
- ☐ в) соотношение, показывающие максимальное значением фактора;
- ☐ г) соотношение, показывающие с каким из эффектов смешан данный эффект.

Чем определяется разрешающая способность реплики?

- ☐ а) общим числом факторов в эксперименте;
- ☐ б) числом факторов в определяющем контрасте;
- ☐ в) совместными оценками факторов.

Что такое управляемость факторов?

- ☐ а) фактор является функцией другого фактора;
- ☐ б) возможность поддержания фактора на постоянном уровне в течение всего опыта;
- ☐ в) установка факторов на любом уровне, вне зависимости от других.

Что означает понятие ортогональность матрицы планирования?

- ☐ а) сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов;
- ☐ б) сумма почленных произведений двух вектор столбцов матрицы равна нулю;
- ☐ в) сумма элементов вектор столбца равна нулю;
- ☐ г) сумма элементов вектор столбца равна числу опытов;
- ☐ д) сумма почленных произведений двух вектор столбцов матрицы равна числу опытов.

Какие из перечисленных ниже требований предъявляются к параметру оптимизации?

- ☐ а) параметр оптимизации должен быть универсальным;
- ☐ б) параметр оптимизации определяет описание эксперимента;
- ☐ в) параметр оптимизации формирует основные задачи эксперимента;
- ☐ г) параметр оптимизации должен задаваться числом;
- ☐ д) параметр оптимизации должен быть значимым;
- ☐ е) параметр оптимизации должен быть однозначным в статистическом смысле;
- ☐ ж) параметр оптимизации должен оказывать влияние на функцию отклика;
- ☐ з) параметр оптимизации должен иметь физическую связь с дисперсией неадекватности;
- ☐ и) параметр оптимизации должен иметь физический смысл;
- ☐ к) параметр оптимизации определяет границы изменения факторов.

Чему равно число циклов при расчете коэффициентов уравнения регрессии по методу Йетса ?

- ☐ а) число циклов равно числу факторов, участвующих в эксперименте;
- ☐ б) число циклов равно числу опытов;
- ☐ в) число циклов равно числу коэффициентов уравнения регрессии;
- ☐ г) число циклов равно степени полинома математической модели.

В математическую модель при планировании эксперимента включают:

- ☐ а) уравнение регрессии;
- ☐ б) вид планирования;
- ☐ в) факторное пространство;

- ☐ г) ограничения, накладываемые на изменения варьируемых порядков.
- ☐ Коэффициент b_i в математической модели, полученной после проведения эксперимента показывает:
- ☐ а) фактическое значение i -го фактора;
- ☐ б) значение фиктивной переменной для i -го фактора;
- ☐ в) функцию отклика для i -го фактора;
- ☐ г) степень влияния i -го фактора на функцию отклика

Если на функцию отклика оказывает влияние значительное число факторов, то необходимо:

- ☐ а) оценить значения значащих факторов;
- ☐ б) выбрать центральную точку план эксперимента;
- ☐ в) произвести эксперимент со всеми факторами;
- ☐ г) произвести отсев всех незначащих факторов.

Как определяется алгоритм проведения опытов?

- ☐ а) экспериментатором на основе априорной информации;
- ☐ б) матрицей планирования;
- ☐ в) с помощью рандомизации;
- ☐ г) произвольно;
- ☐ д) методом бальной оценки;
- ☐ е) методом случайного баланса.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины экзамен

Перечень вопросов к экзамену:

1. История появления планирования эксперимента.
2. Общие сведения о математической теории планирования эксперимента. Научный и промышленный эксперимент.
3. Основные положения математической теории планирования эксперимента.
4. Этапы проведения и анализа эксперимента.
5. Факторное пространство. Требования, предъявляемые к факторам.
6. Факторное пространство. Требования, предъявляемые к совокупности факторов.
7. Математическая модель объекта исследования (черный ящик, функция отклика).
8. Полный факторный эксперимент. Основной уровень, шаг варьирования, матрица планирования.
9. Основные свойства матрицы планирования.
10. Обработка результатов эксперимента.
Дисперсионный анализ результатов эксперимента (оценка равноточности и ошибки эксперимента).
- Определение коэффициентов уравнения регрессии.
- Дисперсионный анализ уравнения регрессии.
11. Эффекты взаимодействия.
12. Дробно-факторное планирование.
13. Неполные планы. Планы выборочного контроля.

14. Полуреплика 2^{3-1} . Определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.
15. Полуреплика 2^{4-1} . Определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.
16. Полуреплика 2^{5-1} . Определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.
17. $\frac{1}{4}$ реплика или реплика 2^{5-2} . обобщающий определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.
18. Рандомизация.
19. Планы робастные к дрейфам
20. Определение области экстремума. Движение по вектор-градиенту.
21. Ортогональное планирование 2-го порядка. Корректирование квадратичных переменных. Расчет коэффициентов.
22. Определение координат экстремальной точки.
23. Планирование эксперимента с качественными факторами.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Примерные вопросы и задания для контроля самостоятельной работы:

1. Статистические методы анализа и обработки экспериментальных данных.
2. Ошибки эксперимента.
3. Планы типа «латинский квадрат» и «греко-латинский квадрат».
4. Способы поиска оптимума функции отклика.
5. Методы определения экстремума.
6. Современное состояние проблемы моделирования в науке и технике.
7. Основные принципы организации эксперимента.
8. Эксперимент как один из ряда других методов опробования теории опытными данными.
9. Основные отличия методов экспериментирования и наблюдения при проверке научных гипотез.
10. Обобщение как цель любого эксперимента. Виды обобщений (для экспериментов с научными и практическими целями).
11. Ошибки исследователя при проведении эксперимента.
12. Общие законы и формы познания мира
13. Проверка адекватности регрессионных моделей
14. Методика проведения эксперимента для многофакторного регрессионного анализа без учета взаимодействия факторов.
15. Методика проведения эксперимента для многофакторного регрессионного анализа с взаимодействием факторов.
16. Построение нелинейных регрессионных моделей.
17. Оптимизационный эксперимент- основные понятия.
18. Этапы решения оптимизационной задачи.
19. Методы однофакторного поиска.
20. Этапы многофакторного поиска

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Белокопытов, В. И. Организация, планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / В. И. Белокопытов. — Красноярск : СФУ, 2020. — 132 с. — ISBN 978-5-7638-4297-5. —	2021	https://e.lanbook.com/book/181612
2. Назина, Л. И. Планирование и организация эксперимента. Лабораторный практикум : учебное пособие / Л. И. Назина, Л. Б. Лихачева, О. П. Дворянинова. — Воронеж : ВГУИТ, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-00032-408-0.	2019	https://e.lanbook.com/book/130214 .
3. Планирование, организация, проведение эксперимента и патентование : учебное пособие / Т. В. Рязанова, Н. Ю. Демиденко, И. С. Почкутов, О. Н. Еременко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 88 с.	2019	https://e.lanbook.com/book/147489
Дополнительная литература		
1 Ларин, М. В. Информационное обеспечение управления : учебное пособие / М. В. Ларин. - 2-е изд. - Москва : Рос. гос. гуманитарн. ун-т, 2019. - 281с. - ISBN 978-5-7281-2329-3. - Текст : электронный. - URL: (дата обращения: 20.09.2021). – Режим доступа: по подписке.	2019	https://znanium.com/catalog/product/1087562
2. Семенов С.С., Воронов Е.М., Полтавский А.В., Крянев А.В. Методы и модели принятия решений в задачах оценки качества и технического уровня сложных технических систем. 3-е изд. М.: URSS, 2020. – 516 с. ISBN/ISSN: 978-5-9710-6335-3	2020	https://www.ipu.ru/en/taxonomy/term/4583?page=197

6.2. Периодические издания

1. Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал "Информационные технологии" <http://www.novtex.ru/IT>
2. Журнал «Стандарты и качество». Издательство: Общество с ограниченной ответственностью Рекламно-информационное агентство. Стандарты и качество. ISSN 0038-9692.
3. Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал "МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ" <http://novtex.ru/mech>
4. Журнал "Что нового в науке и технике" Сайт журнала: <http://www.chtonovogo.ru>. Издательство: ИД Nexion Publishing. Периодичность: ежемесячно.
5. Журнал "Наука и жизнь" Сайт журнала: <http://www.nkj.ru>. Издательство: АНО Редакция журнала "Наука и жизнь" Периодичность: ежемесячно
6. Журнал "Знание-сила" Сайт журнала: www.znanie-sila.ru. Периодичность: ежемесячно.

6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.novtex.ru/> IT журнал "Информационные технологии"
2. <http://novtex.ru/mech> журнал "МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ"
3. <http://www.vkit.ru/>. "Вестник компьютерных и информационных технологий"
4. <http://www.stq.ru/> Редакционно-информационное агентство «Стандарты и качество». Средство массовой информации, посвященное проблемам в области стандартизации и качества в разных отраслях промышленности.
5. Электронная библиотечная система ВлГУ. – URL: <http://library.vlsu.ru/>

6. Библиографическая и реферативная база данных научных публикаций Scopus. – URL: <http://www.scopus.com/>

7. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science. – URL: [webofscience.com](http://www.webofscience.com)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы: аудитории, оснащенные мультимедиа оборудованием, компьютерные классы с доступом в интернет, аудитории без специального оборудования.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: пакет MS-Office, Microsoft Windows, 7-Zip, AcrobatReader; СПС «Консультант Плюс» (инсталированный ресурс ВлГУ).

Рабочую программу составил Э.Ф. Касаткина к.т.н., доцент кафедры УКТР Касаткина Э.Ф.
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) В.Ф. Нуждин Зам. директора АНО "УНИЦ"
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УКТР
Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой Ю.А. Орлов к.т.н., доцент кафедры УКТР Орлов Ю.А.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Председатель комиссии Орлов Ю.А. к.т.н., доц., зав. каф. Ю.А. Орлов
(ФИО, должность, подпись)