

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана ФМАТ

В.И. Ряжских

2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Планирование и организация эксперимента»

Направление подготовки 27.03.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль Стандартизация и сертификация

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

 Миленин А.В.

Заведующий кафедрой
Материаловедения и
физики металлов

 Жилияков Д.Г.

Руководитель ОПОП

 Юрьев В.А.

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

подготовка к научно-технической и организационно-методической деятельности, связанной с проведением экспериментальных исследований: выбор и составление плана эксперимента; организация эксперимента и проведение измерений отклика объекта исследований; анализ результатов исследований, включая построение математических моделей объекта исследований, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции (поверхности) отклика.

1.2. Задачи освоения дисциплины

получение теоретических знаний и практических навыков по выполнению научных и промышленных экспериментальных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-19 - способностью принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-19	Знать основные понятия и принципы планирования эксперимента; критерии оптимальности, разновидности и правила построения планов эксперимента
	Уметь произвести расчет параметров математической модели объекта исследований
	Владеть оценкой значимости, а также адекватностью полученной модели; методами поиска оптимальных условий и экстремума функции отклика

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Планирование и организация эксперимента» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4

Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	159	159
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	. Основные определения	Цели и задачи курса. Научный и промышленный эксперимент. Объект исследования. Системы типа “черный ящик”. Математическая модель объекта исследования. Функция отклика. Факторы и уровни.	1		13	14
2	Параметр оптимизации	Виды параметров оптимизации. Классификация параметров оптимизации. Требования к параметру оптимизации. Область определения параметра оптимизации. Ранговый подход. Экспертные оценки. Задачи с несколькими выходными параметрами. Выбор параметра оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации. Частные отклики. Натуральные значения частных откликов. Выбор безразмерной шкалы для частных откликов. Выбор правила комбинирования частных откликов в	2	2	14	18

		обобщенный отклик. Простейшие способы построения обобщенного отклика. Ранжирование частных откликов				
3	Факторы	Определение фактора. Простые сравнивающие эксперименты. Многофакторные эксперименты. Область определения фактора. Классификация факторов. Количественные и качественные факторы. Натуральное и кодированное значение фактора Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента. Операционное определение фактора. Требования к совокупности факторов.	2	2	14	18
4	Выбор модели	Факторное пространство. Поверхность отклика. Размерность факторного пространства. Линии равного отклика. Свойства поверхности отклика. Шаговый принцип. Поиск оптимума. Метод Гаусса-Зейделя. Градиентный метод. Требования, предъявляемые к модели. Адекватность модели. Полиномиальные модели. Линейная модель. Математическая модель для экстремального эксперимента. Интерполяционная модель	3	2	13	18
5	Полный факторный эксперимент	Принятие решений перед планированием эксперимента. Выбор основного уровня. Блок-схема принятия решений при выборе основного уровня. Выбор интервалов варьирования. Принятие решений при низкой точности фиксирования факторов. Принятие решений при средней точности фиксирования факторов. Принятие решений при высокой точности фиксирования факторов. Понятие о плане эксперимента. Большие двумерные таблицы. Размер промышленных экспериментов. Матрица планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент типа 2^k . Буквенные обозначения строк матрицы планирования. Способы построения матрицы планирования полных факторных экспериментов типа 2^k . Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k . Условие симметричности матрицы планирования относительно центра эксперимента. Условие нормировки столбцов матрицы планирования. Ортогональность матрицы планирования. Ротатабельность матрицы планирования. Постановка задачи о выборе оптимального плана. Полный факторный эксперимент и математическая модель. Статистическая оценка коэффициентов модели. Выборочные оценки для коэффициентов модели. Вес фактора. Эффекты взаимодействия факторов. Метод Йетса	3	6	14	23
6	Дробный факторный эксперимент	Минимизация числа опытов. Дробные реплики. Смешанные оценки коэффициентов модели. Условные обозначения дробных реплик. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Разрешающая способность плана. Выбор четверть-реплик. Обобщающий определяющий контраст. Метод "перевала". Реплики большой дробности. Насыщенный план	2	2	13	17
7	Проведение эксперимента	Анкета для сбора априорной информации. Реализация плана эксперимента. Параллельные опыты. Ошибка воспроизводимости опыта. Дисперсия	3		14	17

		воспроизводимости опыта. Грубые наблюдения. Систематические и случайные ошибки. Дисперсия параметра оптимизации. Проверка однородности дисперсии. Критерий Фишера. Критерий Кохрена. Критерий Бартлетта . Рандомизация. Таблица случайных чисел. Разбиение факторных планов на блоки. Межблочный эффект .				
8	Обработка результатов эксперимента.	Метод наименьших квадратов. Уравнение и коэффициенты регрессии. Остаточная сумма квадратов невязок. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Дисперсия адекватности Проверка значимости коэффициентов. Дисперсия коэффициента регрессии. Интерпретация результатов. Интерпретация влияния факторов. Интерпретация эффектов взаимодействия факторов. Принятие решений после построения модели. Адекватная линейная модель. Неадекватная линейная модель	2	4	13	19
Итого			18	18	108	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	. Основные определения	Цели и задачи курса. Научный и промышленный эксперимент. Объект исследования. Системы типа “черный ящик”. Математическая модель объекта исследования. Функция отклика. Факторы и уровни.	0,5		19,5	20
2	Параметр оптимизации	Виды параметров оптимизации. Классификация параметров оптимизации. Требования к параметру оптимизации. Область определения параметра оптимизации. Ранговый подход. Экспертные оценки. Задачи с несколькими выходными параметрами. Выбор параметра оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации. Частные отклики. Натуральные значения частных откликов. Выбор безразмерной шкалы для частных откликов. Выбор правила комбинирования частных откликов в обобщенный отклик. Простейшие способы построения обобщенного отклика. Ранжирование частных откликов	1	1	22	24
3	Факторы	Определение фактора. Простые сравнивающие эксперименты. Многофакторные эксперименты. Область определения фактора. Классификация факторов. Количественные и качественные факторы. Натуральное и кодированное значение фактора Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента. Операционное определение фактора. Требования к совокупности факторов.	1	1	22	24
4	Выбор модели	Факторное пространство. Поверхность отклика. Размерность факторного пространства. Линии равного отклика. Свойства поверхности отклика. Шаговый принцип. Поиск оптимума. Метод Гаусса-Зейделя. Градиентный метод. Требования, предъявляемые к модели. Адекватность модели. Полиномиальные модели. Линейная модель. Математическая модель для экстремального эксперимента. Интерполяционная модель	1	1	25	27

5	Полный факторный эксперимент	Принятие решений перед планированием эксперимента. Выбор основного уровня. Блок-схема принятия решений при выборе основного уровня. Выбор интервалов варьирования. Принятие решений при низкой точности фиксирования факторов. Принятие решений при средней точности фиксирования факторов. Принятие решений при высокой точности фиксирования факторов. Понятие о плане эксперимента. Большие двухмерные таблицы. Размер промышленных экспериментов. Матрица планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент типа 2^k. Буквенные обозначения строк матрицы планирования. Способы построения матрицы планирования полных факторных экспериментов типа 2^k. Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k. Условие симметричности матрицы планирования относительно центра эксперимента. Условие нормировки столбцов матрицы планирования. Ортогональность матрицы планирования. Ротатабельность матрицы планирования. Постановка задачи о выборе оптимального плана. Полный факторный эксперимент и математическая модель. Статистическая оценка коэффициентов модели. Выборочные оценки для коэффициентов модели. Вес фактора. Эффекты взаимодействия факторов. Метод Йетса	1	1	29	31
6	Дробный факторный эксперимент	Минимизация числа опытов. Дробные реплики. Смешанные оценки коэффициентов модели. Условные обозначения дробных реплик. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Разрешающая способность плана. Выбор четверть-реplik. Обобщающий определяющий контраст. Метод "перевала". Реплики большой дробности. Насыщенный план	0,5	0,5	22	23
7	Проведение эксперимента	Анкета для сбора априорной информации. Реализация плана эксперимента. Параллельные опыты. Ошибка воспроизводимости опыта. Дисперсия воспроизводимости опыта. Грубые наблюдения. Систематические и случайные ошибки. Дисперсия параметра оптимизации. Проверка однородности дисперсии. Критерий Фишера. Критерий Кохрена. Критерий Бартлетта . Рандомизация. Таблица случайных чисел. Разбиение факторных планов на блоки. Межблоковый эффект .	0,5		20,5	21
8	Обработка результатов эксперимента.	Метод наименьших квадратов. Уравнение и коэффициенты регрессии. Остаточная сумма квадратов невязок. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Дисперсия адекватности Проверка значимости коэффициентов. Дисперсия коэффициента регрессии. Интерпретация результатов. Интерпретация влияния факторов. Интерпретация эффектов взаимодействия факторов. Принятие решений после построения модели. Адекватная линейная модель. Неадекватная линейная модель	0,5	0,5	24	25
Итого			6	6	159	171

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Построение обобщенной желательности с использованием функции желательности Харрингтона
2. Априорное ранжирование факторов (психологический эксперимент)
3. Транспортная задача
4. Полный факторный эксперимент типа 2^k
5. Обработка результатов эксперимента
6. Неполноблочные планы в экспертных оценках
7. Дробный факторный эксперимент
8. Ошибки измерений критериев оптимизации и факторов. Рандомизация

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение контрольной работы в 5 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика контрольной работы:

Обработка результатов полнофакторного эксперимента

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-19	Знать основные понятия и принципы планирования эксперимента; критерии оптимальности, разновидности и правила построения планов эксперимента	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь произвести расчет параметров математической модели объекта	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	исследований			
	Владеть оценкой значимости, а также адекватностью полученной модели; методами поиска оптимальных условий и экстремума функции отклика	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-19	Знать основные понятия и принципы планирования эксперимента; критерии оптимальности, разновидности и правила построения планов эксперимента	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь произвести расчет параметров математической модели объекта исследований	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть оценкой значимости, а также адекватностью полученной модели; методами поиска оптимальных условий и экстремума функции отклика	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Выбор наилучшего параметра оптимизации процесса или системы из нескольких предложенных
2. Определения соответствия параметра оптимизации предъявляемым требованиям
3. Выбор материала, удовлетворяющего заданным требованиям с использованием обобщенного отклика
4. Выбор материала, удовлетворяющего заданным требованиям с использованием обобщенной функции желательности
5. Выбор факторов, которые можно исключить из планирования эксперимента, или коррелирующих факторов
6. Составление плана полного факторного эксперимента
7. Определение корректности выбора основного уровня и интервалов варьирования
8. Преобразование интервалов варьирования в кодированные значения
9. Составление плана дробного факторного эксперимента
10. Определение реплик и полуреплик
11. Составление плана эксперимента с учетом рандомизации

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Основные понятия в теории планирования эксперимента.
Функция потерь
 - а) функциональная зависимость спектра плана,
 - в) объединяет затраты на эксперимент и функционал от дисперсионной матрицы,
 - с) устанавливает соотношение между характеристиками Д-оптимальных и А-оптимальных планов.
2. Задачи планирования эксперимента.
Задачи планирования эксперимента включают в себя:
 - а) расчет компенсирующих поправок для уменьшения систематических погрешностей измерения,
 - в) поиск зависимостей в виде уравнений регрессии,
 - с) проведение анализа точности измерительных задач.
3. Сведения из линейной алгебры Свойства матриц.
След матрицы— это:
 - а) сумма миноров матрицы,
 - в) сумма всех элементов квадратной матрицы,
 - с) сумма диагональных элементов квадратной матрицы.

4. Решение систем алгебраических уравнений

Решение систем алгебраических уравнений лежит в:

- а) пересечении плоскостей, заданных каждым уравнением,
- в) пересечении векторов направляющих косинусов,
- с) в области минимальных невязок.

5. Метод наименьших квадратов (МНК).

Первая трансформация Гаусса- это:

- а) умножение слева левой и правой частей исходной системы алгебраических уравнений на вектор правой части,
- в) умножение слева левой и правой частей исходной системы алгебраических уравнений на транспонированную матрицу исходной системы,
- с) транспонирование левой и правой частей исходной системы алгебраических уравнений.

6. Смещенность оценок МНК.

Смещенность оценок МНК возникает:

- а) из-за вырожденности матрицы исходной системы,
- в) из-за наличия погрешностей в элементах матрицы исходной системы,
- с) из- за большого уровня погрешностей в правой части исходной системы.

7. Оптимизация выпуклых функций.

Оптимизация выпуклых функций. происходит в:

- а) направлении совпадающим с направлением градиента минимизируемой функции,
- в) направлении, противоположном направлению градиента минимизируемой функции,
- с) направлении, где градиент минимизируемой функции принимает максимальное значение.

8. Поиск зависимостей.

Планирование при регрессионном анализе.

Уравнение регрессии — это:

- а) алгебраическое уравнение,
- в) дифференциальное уравнение,
- с) интегральное уравнение.

9. Информационная матрица Фишера.

Дисперсионная матрица.

Информационная матрица Фишера

- а) обратная по отношению к дисперсионной матрице,
- в) транспонированная по отношению к дисперсионной матрице,

с) прямоугольная матрица плана.

10. Ротабельные планы

Ротабельные планы- это планы:

- а) для которых дисперсия оценки не зависит от расстояния до экстремума поверхности отклика,
- в) для которых дисперсия оценки не меняется при повороте плана на произвольный угол.

11. Последовательное планирование.

Последовательное планирование, это планирование при котором:

- а) данные получаются в соответствии с заданной заранее схемой планирования,
- в) данные получаются в результате применения уточняющих процедур.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- 1 Цели и задачи планирования и организации эксперимента
- 2 Модель черного ящика и ее применение
- 3 Параметр оптимизации. Виды параметров оптимизации
- 4 Требования предъявляемые к параметру оптимизации
- 5 Задачи с несколькими выходными параметрами
- 6 Обобщенный параметр оптимизации. Виды обобщенных параметров оптимизации
- 7 Обобщенный отклик. Способы построения обобщенного отклика
- 8 Шкала желательности
- 9 Преобразование частных откликов в частные функции желательности
- 10 Обобщенная функция желательности
- 11 Факторы. Определение фактора
- 12 Требования предъявляемые к факторам при планировании эксперимента
- 13 Требования к совокупности факторов
- 14 Примеры факторов
- 15 Математическая модель. Виды и назначение
- 16 Способы построения математической модели
- 17 Шаговый принцип перемещения по поверхности отклика
- 18 Выбор типа модели. Экстраполяция и интерполяция
- 19 Полиномиальные модели
- 20 Полный факторный эксперимент
- 21 Принятие решений перед планированием эксперимента
- 22 Виды априорной информации. Выбор основного уровня
- 23 Выбор интервалов варьирования в случае низкой точности

фиксирования факторов

24 Выбор интервалов варьирования в случае средней точности фиксирования факторов

25 Выбор интервалов варьирования в случае высокой точности фиксирования факторов

26 Свойства полного факторного эксперимента

27 Математическая модель полного факторного эксперимента

28 Дробный факторный эксперимент

29 Минимизация числа опытов при дробном факторном

эксперименте

30 Дробная реплика. Построение дробной реплики

31 Выбор полуреplik

32 Генерирующие соотношения и определяющие контрасты при выборе дробных реplik

33 Выбор 1/4-реplik.Обобщающий определяющий контраст

34 Реплики большой дробности

35 Проведение эксперимента. Сбор априорной информации

36 Проведение эксперимента. Составление плана эксперимента

37 Анкета для сбора априорной информации

38 Реализация плана эксперимента

39 Ошибки параллельных опытов. Основные виды ошибок.

40 Дисперсия параметра оптимизации

41 Проверка однородности дисперсий параметра оптимизации

42 Устранение ошибок опытов. Рандомизация

43 Рандомизация. Разбиение матрицы типа 2^k на блоки

44 Обработка результатов эксперимента

45 Метод наименьших квадратов

46 Регрессионный анализ

47 Проверка адекватности модели

48 Проверка значимости коэффициентов модели

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 3 баллами, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 19.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 19 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Цели и задачи курса. Научный и промышленный эксперимент. Объект исследования. Системы типа “черный ящик”. Математическая модель объекта исследования. Функция отклика. Факторы и уровни.	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Виды параметров оптимизации. Классификация параметров оптимизации. Требования к параметру оптимизации. Область определения параметра оптимизации. Ранговый подход. Экспертные оценки. Задачи с несколькими выходными параметрами. Выбор параметра оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации. Частные отклики. Натуральные значения частных откликов. Выбор безразмерной шкалы для частных откликов. Выбор правила комбинирования частных откликов в обобщенный отклик. Простейшие способы построения обобщенного отклика. Ранжирование частных откликов	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Определение фактора. Простые сравнивающие эксперименты. Многофакторные эксперименты. Область определения фактора. Классификация факторов. Количественные и качественные факторы. Натуральное и кодированное значение фактора. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента. Операционное определение фактора. Требования к совокупности факторов.	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Факторное пространство. Поверхность отклика. Размерность факторного пространства. Линии равного отклика. Свойства поверхности отклика. Шаговый принцип. Поиск оптимума. Метод Гаусса-Зейделя. Градиентный метод. Требования, предъявляемые к модели. Адекватность модели. Полиномиальные модели. Линейная модель. Математическая модель для экстремального эксперимента. Интерполяционная модель	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Принятие решений перед планированием эксперимента. Выбор основного уровня. Блок-схема принятия решений при выборе основного уровня. Выбор интервалов варьирования. Принятие решений при низкой точности фиксирования факторов. Принятие решений при средней точности фиксирования факторов. Принятие решений при высокой точности фиксирования факторов. Понятие о плане эксперимента. Большие двухмерные таблицы. Размер промышленных экспериментов. Матрица планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент типа	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

	2^k. Буквенные обозначения строк матрицы планирования. Способы построения матрицы планирования полных факторных экспериментов типа 2^k. Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k. Условие симметричности матрицы планирования относительно центра эксперимента. Условие нормировки столбцов матрицы планирования. Ортогональность матрицы планирования. Ротатабельность матрицы планирования. Постановка задачи о выборе оптимального плана. Полный факторный эксперимент и математическая модель. Статистическая оценка коэффициентов модели. Выборочные оценки для коэффициентов модели. Вес фактора. Эффекты взаимодействия факторов. Метод Йетса		
6	Минимизация числа опытов. Дробные реплики. Смешанные оценки коэффициентов модели. Условные обозначения дробных реплик. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Разрешающая способность плана. Выбор четверть-реплик. Обобщающий определяющий контраст. Метод “перевала”. Реплики большой дробности. Насыщенный план	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
7	Анкета для сбора априорной информации. Реализация плана эксперимента. Параллельные опыты. Ошибка воспроизводимости опыта. Дисперсия воспроизводимости опыта. Грубые наблюдения. Систематические и случайные ошибки. Дисперсия параметра оптимизации. Проверка однородности дисперсии. Критерий Фишера. Критерий Кохрена. Критерий Бартлетта. Рандомизация. Таблица случайных чисел. Разбиение факторных планов на блоки. Межблоковый эффект.	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
8	Метод наименьших квадратов. Уравнение и коэффициенты регрессии. Остаточная сумма квадратов невязок. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Дисперсия адекватности. Проверка значимости коэффициентов. Дисперсия коэффициента регрессии. Интерпретация результатов. Интерпретация влияния факторов. Интерпретация эффектов взаимодействия факторов. Принятие решений после построения модели. Адекватная линейная модель. Неадекватная линейная модель	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется

проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература		
Полякова Н.С. [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению домашнего задания/ Полякова Н.С., Дерябина Г.С., Федорчук Х.Р.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 36 с	Математическое моделирование и планирование эксперимента	уч. пос.
Воробьев А.Л. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьев А.Л., Любимов И.И., Косых Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 344 с ЭБС «IPRbooks»	Планирование и организация эксперимента в управлении качеством	уч. пос.
[Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению подготовки 221700 «Стандартизация и метрология»/ — Электрон.	Планирование и организация эксперимента	уч. пос.

текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 83 с ЭБС «IPRbooks»		
Бойко А.Ф. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 73 с ЭБС «IPRbooks»,	Теория планирования многофакторных экспериментов	уч. пос.
Дополнительная литература		
[Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению подготовки 221700 «Стандартизация и метрология»/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 83 с ЭБС «IPRbooks»	Планирование и организация эксперимента	уч. пос.
Бекряев В.И. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бекряев В.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2001.— 266 с. ЭБС «IPRbooks»,	Основы теории эксперимента	уч. пос.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Обучающиеся могут при необходимости использовать возможности информационно-справочных систем, электронных библиотек и архивов.

Адрес электронного каталога электронно-библиотечной системы ВГТУ:
<http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2/>

Другие электронной информационно-образовательной ресурсы доступны по ссылкам на сайте ВГТУ-см. раздел Электронные образовательные информационные ресурсы. В их числе: библиотечные серверы в Интернет, серверы науки и образования, периодика в интернет, словари и энциклопедии.

- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://www.e.lanbook.com3>

- Электронно-библиотечная система «Elibrary» <http://elibrary.ru>

- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

- Справочная правовая система Консультант Плюс. Доступна только в локальной сети ВГТУ

- Электронные ресурсы российских корпоративных библиотечных систем <http://www.arbikon.ru>

- Электронная библиотечная система ВГТУ <http://catalog.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Проектор
2. Интерактивная доска
3. Компьютерный класс с доступом в Интернет

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

По дисциплине «Планирование и организация эксперимента» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.