

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Иван Павлович

Должность: декан МТФ

Дата подписания: 30.08.2024 13:02:54

Уникальный программный ключ:

bd504ef43b4086e45cd8210436c3dad295d08a8697ed632cc54ab852a9c86121

## **Аннотация к рабочей программе**

### **дисциплины «Организация и планирование эксперимента»**

#### **Цель преподавания дисциплины**

Получение студентами совокупности знаний, умений и навыков в области организации и планирования эксперимента при проведении научных исследований и испытаниях на различных стадиях жизненного цикла продукции.

#### **Задачи изучения дисциплины**

1. Ознакомление с предметом теории эксперимента;
2. Изучение и применение на практике основных способов построения планов эксперимента;
3. Изучение способов и получение практических навыков снижения ошибки эксперимента;
4. Освоение методов обработки экспериментальных данных и умение их применять в процессе научных исследований и испытаний на различных стадиях жизненного цикла продукции.

#### **Индикаторы компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины**

##### **УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла**

УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления

УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения

УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости

УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования

УК-2.5 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта

##### **ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в технических системах в сфере управления качеством и обосновывать методы их решения**

ОПК-2.1 Формулирует задачи управления в технических системах в сфере управления качеством

ОПК-2.2 Осуществляет обоснование методов решения задач управления в технических системах в сфере управления качеством

ОПК-2.3 Применяет на практике рациональные методы решения задач управления в технических системах в сфере управления качеством

##### **ОПК-9 Способен разрабатывать методические и нормативные документы в области управления качеством, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству, руководить их созданием**

ОПК-9.1 Разрабатывает методические и нормативные документы в области управления качеством, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству

ОПК-9.2 Оценивает эффективность мероприятий по управлению изменениями для обеспечения постоянного соответствия требованиям качества

### **Разделы дисциплины**

Основные понятия и определения

Выбор модели

Предпланирование эксперимента

Полный факторный эксперимент

Дробный факторный эксперимент

Проведение эксперимента и обработка результатов. Реализация плана эксперимента

Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов

Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов

Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов

Принятие решений после построения модели

Методы поиска экстремума функции отклика

Применение регрессионного анализа

Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Центральный композиционный план второго порядка

Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ортогональные планы второго порядка

Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ротатабельное планирование второго порядка

Исследование области оптимума, представленной полиномом второй степени

Разбиение факторных планов на блоки

Планы, робастные к дрейфам

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан механико-технологического факультета

И.П. Емельянов  
(подпись, инициалы, фамилия)

« 03 » июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Организация и планирование эксперимента  
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 27.04.02 Управление качеством  
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) «Управление наукоемкими производствами»  
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная  
(очная, очно-заочная, заочная)



# 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

## 1.1 Цель дисциплины

Получение студентами совокупности знаний, умений и навыков в области организации и планирования эксперимента при проведении научных исследований и испытаниях на различных стадиях жизненного цикла продукции.

## 1.2 Задачи дисциплины

1. Ознакомление с предметом теории эксперимента;
2. Изучение и применение на практике основных способов построения планов эксперимента;
3. Изучение способов и получение практических навыков снижения ошибки эксперимента;
4. Освоение методов обработки экспериментальных данных и умение их применять в процессе научных исследований и испытаний на различных стадиях жизненного цикла продукции.

## 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления.	<b>Знать:</b> принципы и методы декомпозиции задач. <b>Уметь:</b> выбирать оптимальные способы решения задач. <b>Владеть:</b> практическими навыками выбора оптимальных способов решения задач.
		УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результа-	<b>Знать:</b> принципы и методы анализа имеющихся ресурсов и ограничений. <b>Уметь:</b> выбирать оптимальные способы решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. <b>Владеть:</b> практическими навы-

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
		ты и возможные сферы их применения	ками выбора оптимальных способов решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
		УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости	<b>Знать:</b> принципы и методы декомпозиции задач. <b>Уметь:</b> определять круг задач в рамках поставленной цели. <b>Владеть:</b> практическими навыками определения и выбора круга задач в рамках поставленной цели
		УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования	<b>Знать:</b> принципы планирования, имеющиеся ресурсы и ограничения для поставленных задач. <b>Уметь:</b> определить необходимые задачи для достижения целей. <b>Владеть:</b> навыками разработки планов реализации проекта, определения имеющихся ресурсов, исходя из действующих правовых норм и ограничений.
		УК-2.5 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	<b>Знать:</b> способы решения конкретной задачи проекта. <b>Уметь:</b> определить и оценить ожидаемые результаты решения задач. <b>Владеть:</b> навыками оценки решения поставленных задач и их корректировки по мере необходимости.
ОПК-2	Способен формулировать задачи управления в технических системах в сфере управления качеством и обосновывать методы их решения	ОПК-2.1 Формулирует задачи управления в технических системах в сфере управления качеством	<b>Знать:</b> методы проведения анализа эффективности системы промышленного инжиниринга в рамках достижения целей организации в области качества. <b>Уметь:</b> выбирать и применять методы проведения анализа эффективности системы промышленного инжиниринга в рамках достижения целей организации в области качества.

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			<b>Владеть:</b> навыками проведения анализа эффективности системы промышленного инжиниринга в рамках достижения целей организации в области качества.
		ОПК-2.2 Осуществляет обоснование методов решения задач управления в технических системах в сфере управления качеством	<b>Знать:</b> методы менеджмента качества для разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности деятельности в сфере промышленного инжиниринга. <b>Уметь:</b> выбирать и применять методы менеджмента качества для разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности деятельности в сфере промышленного инжиниринга. <b>Владеть:</b> навыками разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности деятельности в сфере промышленного инжиниринга.
		ОПК-2.3 Применяет на практике рациональные методы решения задач управления в технических системах в сфере управления качеством	<b>Знать:</b> методы проведения контроля выполнения мероприятий по повышению эффективности системы промышленного инжиниринга. <b>Уметь:</b> применять методы проведения контроля выполнения мероприятий по повышению эффективности системы промышленного инжиниринга. <b>Владеть:</b> навыками проведения контроля выполнения мероприятий по повышению эффективности системы промышленного инжиниринга.
ОПК-9	Способен разрабатывать методические и нормативные документы в области управления качеством, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству, руко-	ОПК-9.1 Разрабатывает методические и нормативные документы в области управления качеством, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству	<b>Знать:</b> методы моделирования, анализа и оптимизации систем и процессов управления качеством в организации. <b>Уметь:</b> обоснованно выбирать методы моделирования, анализа и оптимизации систем и процессов управления качеством в организации.

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
	водить их созданием		<b>Владеть:</b> опытом разработки планов по оптимизации процессов управления качеством в организации.
		ОПК-9.2 Оценивает эффективность мероприятий по управлению изменениями для обеспечения постоянного соответствия требованиям качества	<b>Знать:</b> способы выбора достаточного и необходимого количества влияющих факторов, способы исключения ошибок и промахов из результатов, полученных в результате эксперимента, способы обработки экспериментальных данных; <b>Уметь:</b> выбирать план эксперимента, способствующий наиболее быстрому и эффективному достижению оптимального результата, представлять в удобной для восприятия форме результаты эксперимента; <b>Владеть:</b> навыками выбора источников информации, анализа информации по исследуемому объекту, принятию решений, основанных на фактах.

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Организация и планирование эксперимента» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 27.04.02 Управление качеством, направленность (профиль, специализация) «Управление наукоемкими производствами». Дисциплина изучается на 1 курсе в 2-3 семестрах.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 10 зачетных единиц (з.е.), 360 академических часа.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	360
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	109,25
в том числе:	
лекции	36
лабораторные занятия	36
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	214,75
Контроль (подготовка к экзамену)	36
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,25
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

#### 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
2 семестр		
1	Основные понятия и определения	Понятия: «эксперимент», «опыт», «план эксперимента», «планирование эксперимента». Общие черты эксперимента. Типовые задачи исследования. Объект исследования. Понятие «черного ящика», его входные и выходные переменные. Понятия: «отклик», «функция отклика», «поверхность отклика». Требования к объекту исследования. Активный и пассивный эксперимент. Научный и промышленный эксперимент. Параметр оптимизации. Классификация параметров оптимизации. Требования к параметру оптимизации. Понятие фактора. Требования к факторам. Модель.
2	Выбор модели	Факторное пространство. Требования к модели: адекватность и простота. Шаговый метод. Полиномы, их степени. Понятие «аппроксимация»
3	Предпланирование эксперимента	Постановка задачи исследования. Использование корреляционного анализа для выбора зависимых переменных. Функция желательности и ее использование. Выбор независимых переменных. Методы априорного ранжирования. Анкета для сбора априорной информации.
4	Полный факторный эксперимент	Интервалы варьирования факторов, их выбор, верхний, нижний и основной уровни факторов. Натуральное и кодированные значения факторов. Число опытов, реализующие возможные сочетания уровней. Рандомизация опытов. Матрица планирования эксперимента. Вектор-

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
		<p>столбцы и вектор-строки. Буквенное обозначение строк матрицы. Приемы перехода от матрицы меньшей размерности к матрице большей размерности. Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента. Свойства полного факторного эксперимента: симметричность, нормировка, ортогональность, ротатабельность. Математическая модель полного факторного эксперимента. Линейная модель. Число степеней свободы линейной модели. Расчет коэффициентов полинома. Введение в матрицу планирования фиктивной переменной. Интерпретация знаков и величины коэффициентов полинома. ПФЭ с эффектом взаимодействия. Основной (главный) эффект фактора. Эффект взаимодействия двух факторов. Матрица планирования с учетом эффекта взаимодействия. Математическая модель и расчет коэффициентов при парных взаимодействиях. Учет возможных взаимодействий при числе факторов более двух. Определение числа возможных взаимодействий любого порядка.</p>
5	Дробный факторный эксперимент	<p>Минимизация числа опытов. Использование вектор- столбца взаимодействия для нового фактора Преобразование матрицы полного факторного эксперимента. Дробная реплика, их условное обозначение. Разновидности дробных реплик. Объединение двух полуреплик в полный факторный эксперимент. Число опытов для дробной реплики и полного факторного эксперимента. Оценочный смысл коэффициентов регрессии. Смешанные оценки. Разрешающая способность дробной реплики. Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Реплики с различной разрешающей способностью. Выбор 1/4 -реплик. Обобщающий определяющий контраст</p>
6	Проведение эксперимента и обработка результатов. Реализация плана эксперимента	<p>Необходимость дублирования опытов. Параллельные опыты. Три варианта дублирования опытов.</p>
7	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов.	<p>Расчет среднего арифметического значения параметра оптимизации. Расчет дисперсии и ошибки опыта. Проверка сомнительных результатов проведения опытов. Уровень значимости Оценка однородности двух и ряда дисперсий с помощью критериев Фишера и Кохрена. Расчет дисперсии воспроизводимости эксперимента. Вычисление коэффициентов регрессии. Проверка значимости коэффициентов двумя способами: сравнением абсолютной величины коэффициента с доверительным интервалом и с помощью t-критерия Стьюдента. Вычисление дисперсии коэффициентов регрессии и доверительного интервала. Расчет дисперсии адекватности. Проверка адекватности модели с помощью Р - критерия Фишера. Алгоритм обработки результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов.</p>
8	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов	<p>Среднее арифметическое значение параметра оптимизации. Расчет дисперсии опыта. Проверка однородности дисперсий опытов с помощью критерия Бартлетта. Проверка значимости коэффициентов. Определение дисперсии адекватности. Проверка адекватности модели.</p>

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
9	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов	Расчет дисперсии воспроизводимости по результатам опытов в центре плана. Вычисление коэффициентов модели. Проверка значимости коэффициентов. Расчет дисперсии адекватности. Проверка гипотезы адекватности модели
3 семестр		
10	Принятие решений после построения модели	Анализ типичных ситуаций, различающихся адекватностью и неадекватностью модели, наличия незначимости некоторых коэффициентов.
11	Методы поиска экстремума функции отклика	Классификация методов поиска экстремума. Постановка задачи. Стратегия поиска экстремума функции отклика. Метод крутого восхождения. Градиент функции отклика. Движение по градиенту как изменение факторов пропорционально соответствующим коэффициентам регрессии. Графическая интерпретация движения. Методика расчета крутого восхождения.
12	Применение регрессионного анализа	Задачи регрессионного анализа. Выполнение предположений, лежащих в основе регрессионного анализа. Теоретическое и оценочное уравнения регрессии. Матрица условий эксперимента. Матрица наблюдений. Транспонированная матрица. Вычисление коэффициентов регрессии. Нахождение ковариаций и дисперсий коэффициентов регрессии. Определение дисперсии воспроизводимости. Проверка значимости коэффициентов. Расчет дисперсии адекватности. Проверка гипотезы адекватности модели.
13	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Центральный композиционный план второго порядка	«Звездные» точки и «звездное» плечо. Число опытов центрального композиционного плана второго порядка. Матрицы и схемы центрального композиционного плана второго порядка для двух и трех факторов.
14	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ортогональные планы второго порядка.	Выбор «звездного» плеча. Матрицы ортогонального планирования для двух и трех факторов. Расчет коэффициентов регрессии. Определение дисперсий коэффициентов регрессии.
15	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ротатабельное планирование второго порядка	Выбор «звездного плеча» и числа опытов в центре плана. Униформротатабельное планирование. Данные для построения матриц центрального композиционного ротатабельного планирования второго порядка Матрица ротатабельного униформ- планирования для двух факторов. Расчет коэффициентов регрессии. Определение дисперсий коэффициентов уравнения регрессии. Определение дисперсии воспроизводимости по результатам опытов в центре плана. Расчет дисперсии адекватности. Проверка гипотезы адекватности модели.
16	Исследование области оптимума, представленной	Каноническая форма уравнения второй степени. Характеристическое уравнение для определения коэффициентов канонического уравнения. Влияние коэффициентов на величину параметра оптимизации при по-

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
	полиномом второй степени	иске экстремума функции. Контурные кривые, характеризующие область оптимума, описываемую уравнением второго порядка, для двух факторов. Многообразие поверхностей отклика, описываемых уравнением второго порядка, для трех факторов.
17	Разбиение факторных планов на блоки	Разбиение многофакторных планов на блоки для исключения влияния мешающих факторов. Группировка опытов по уровням мешающего фактора.
18	Планы, робастные к дрейфам	Понятие «дрейфующие объекты». Условия проведения эксперимента при наличии дрейфа.

Таблица 4.1.2 –Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
2 семестр							
1	Основные понятия и определения	2			У-1-6	Т6	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
2	Выбор модели	2			У-1-6	Т6	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
3	Предпланирование эксперимента	2	1,2		У-1-6, МУ-1	Т6	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
4	Полный факторный эксперимент	2	3		У-1-6, МУ-1	Т10	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
5	Дробный факторный эксперимент	2			У-1-6	Т10	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
6	Проведение эксперимента и обработка результатов. Реализация плана эксперимента	2			У-1-6	Т14	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
7	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов.	2	4		У-1-6, МУ-1	Т14	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
8	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов	2	5		У-1-6, МУ-1	Т18	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
9	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов	2			У-1-6	Т18	УК-2, ОПК-2, ОПК-9

3 семестр							
10	Принятие решений после построения модели	2		1	У-1-6, МУ-1	Т6	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
11	Методы поиска экстремума функции отклика	2			У-1-6	Т6	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
12	Применение регрессионного анализа	2		2	У-1-6, МУ-1	Т6	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
13	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Центральный композиционный план второго порядка	2		3	У-1-6, МУ-1	Т10	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
14	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ортогональные планы второго порядка.	2			У-1-6	Т10	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
15	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ротатабельное планирование второго порядка	2		4	У-1-6, МУ-1	Т14	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
16	Исследование области оптимума, представленной полиномом второй степени	2			У-1-6	Т14	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
17	Разбиение факторных планов на блоки	2			У-1-6	Т18	УК-2, ОПК-2, ОПК-9
18	Планы, робастные к дрейфам	2			У-1-6	Т18	УК-2, ОПК-2, ОПК-9

Т – тестирование

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Априорное ранжирование факторов при отсутствии связанных рангов	8
2	Априорное ранжирование факторов при наличии связанных рангов	4
3	Полный факторный эксперимент	8
4	Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов	8
5	Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования	8
Итого		36

### 4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Интерпретация модели, полученной по результатам полного факторного эксперимента	8
2	Приведение уравнения регрессии к канонической форме	10
3	Оптимизация методом «крутое восхождение»	8
4	Центральное композиционное ротатабельное планирование	10
Итого		36

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
2 семестр			
1	Основные понятия и определения	6 неделя	16
2	Выбор модели	6 неделя	16
3	Предпланирование эксперимента	6 неделя	16
4	Полный факторный эксперимент	10 неделя	16
5	Дробный факторный эксперимент	10 неделя	16
6	Проведение эксперимента и обработка результатов. Реализация плана эксперимента	14 неделя	16
7	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов.	14 неделя	16
8	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов	18 неделя	16
9	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов	18 неделя	17,9
3 семестр			
10	Принятие решений после построения модели	6 неделя	6
11	Методы поиска экстремума функции отклика	6 неделя	6
12	Применение регрессионного анализа	6 неделя	6
13	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Центральный композиционный план второго порядка	10 неделя	6
14	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ортогональные планы второго порядка.	10 неделя	6
15	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ротатабельное планирование второго порядка	14 неделя	6
16	Исследование области оптимума, представленной полиномом второй степени	14 неделя	6
17	Разбиение факторных планов на блоки	18 неделя	6
18	Планы, робастные к дрейфам	18 неделя	4,85
Итого			214,75

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет;

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- тем рефератов;

- тестовых заданий;

- методических указаний к выполнению практических работ, курсовой работы и

т.д.;

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии**

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных и общепрофессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
2 семестр			
1	Лекция раздела «Предпланирование эксперимента»	Разбор конкретных ситуаций	2
2	Лекция раздела «Полный факторный эксперимент»	Разбор конкретных ситуаций	2
3	Лекция раздела «Дробный факторный эксперимент»	Разбор конкретных ситуаций	2
4	Лекция раздела «Проведение эксперимента и обработка результатов. Реализация плана эксперимента»	Разбор конкретных ситуаций	2
5	Лабораторная работа «Полный факторный эксперимент»	Разбор конкретных ситуаций	4
3 семестр			
4	Лекция раздела «Принятие решений после построения модели»	Разбор конкретных ситуаций	2
4	Лекция раздела «Методы поиска экстремума функции отклика»	Разбор конкретных ситуаций	2
4	Лекция раздела «Применение регрессионного анализа»	Разбор конкретных ситуаций	2
4	Лекция раздела «Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Центральный композиционный план второго порядка»	Разбор конкретных ситуаций	2
5	Практическая работа «Центральное композиционное ротатабельное планирование»	Разбор конкретных ситуаций	10
Итого			30

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Организация и планирование эксперимента	Организация и планирование эксперимента Информационная поддержка жизненного цикла продукции	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика Производственная преддипломная практика
ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в технических системах в сфере управления качеством и обосновывать методы их решения	Всеобщее управление качеством	Организация и планирование эксперимента	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
ОПК-9 Способен разрабатывать методические и нормативные документы в области управления качеством, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству, руководить их созданием	Всеобщее управление качеством	Организация и планирование эксперимента	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика

### 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
УК-2/ основной	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную	<b>Знать:</b> Поверхностные знания принципов и методов: декомпозиции задач, анализа имеющихся ресур-	<b>Знать:</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов и мето-	<b>Знать:</b> Глубокие знания принципов и методов: декомпозиции задач, анализа имеющихся-

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	<p>задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления</p> <p>УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения</p> <p>УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости</p> <p>УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования</p> <p>УК-2.5 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны</p>	<p>сов и ограничений для поставленных задач; способов решения конкретной задачи проекта.</p> <p><b>Уметь:</b> Сформированное умение: выбирать оптимальные способы решения задач; выбирать оптимальные способы решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; определять круг задач в рамках поставленной цели; определить необходимые задачи для достижения целей; определить и оценить ожидаемые результаты решения задач.</p> <p><b>Владеть:</b> Элементарными практическими навыками: выбора оптимальных способов решения задач; выбора оптимальных способов решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; определения и выбора круга задач в рамках поставленной цели; разработки планов реализации проекта, определения имеющихся ресурсов, исходя из действующих правовых норм и ограничений; оценки решения поставленных задач и их корректировки по мере надобности.</p>	<p>дов: декомпозиции задач, анализа имеющихся ресурсов и ограничений для поставленных задач; способов решения конкретной задачи проекта.</p> <p><b>Уметь:</b> Сформированное умение: выбирать оптимальные способы решения задач; выбирать оптимальные способы решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; определять круг задач в рамках поставленной цели; определить необходимые задачи для достижения целей; определить и оценить ожидаемые результаты решения задач.</p> <p><b>Владеть:</b> Основными практическими навыками: выбора оптимальных способов решения задач; выбора оптимальных способов решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; определения и выбора круга задач в рамках поставленной цели; разработки планов реализации проекта, определения имеющихся ресурсов, исходя из действующих право-</p>	<p>ся ресурсов и ограничений для поставленных задач; способов решения конкретной задачи проекта.</p> <p><b>Уметь:</b> Сформированное умение: выбирать оптимальные способы решения задач; выбирать оптимальные способы решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; определять круг задач в рамках поставленной цели; определить необходимые задачи для достижения целей; определить и оценить ожидаемые результаты решения задач.</p> <p><b>Владеть:</b> Развитыми практическими навыками: выбора оптимальных способов решения задач; выбора оптимальных способов решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; определения и выбора круга задач в рамках поставленной цели; разработки планов реализации проекта,</p>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	ответственности участников проекта		вых норм и ограничений; оценки решения поставленных задач и их корректировки по мере надобности.	определения имеющихся ресурсов, исходя из действующих правовых норм и ограничений; оценки решения поставленных задач и их корректировки по мере надобности.
ОПК-2/ основной	<p>ОПК-2.1 Формулирует задачи управления в технических системах в сфере управления качеством</p> <p>ОПК-2.2 Осуществляет обоснование методов решения задач управления в технических системах в сфере управления качеством</p> <p>ОПК-2.3 Применяет на практике рациональные методы решения задач управления в технических системах в сфере управления качеством</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные виды информационных технологии, методы и инструментальные средства при выборе рациональных путей решения задач управления качеством в профессиональной деятельности;</li> <li>- отдельные методы применения информационных технологий при проведении оценки эффективности процессов и систем управления качеством.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать информационные технологии, методы и инструментальные средства при выборе рациональных путей решения задач управления качеством;</li> <li>- проводить оценку эффективности и результативности процессов и систем управления качеством;</li> <li>- интерпретировать результаты оценки эффективности и ре-</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информационные технологии, методы и инструментальные средства при выборе рациональных путей решения задач управления качеством в профессиональной деятельности;</li> <li>- методы проведения оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством;</li> <li>- методы применения информационных технологий при проведении оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованно выбирать информационные технологии, методы и инструментальные средства при выборе рациональных путей решения задач управления качеством;</li> <li>- обоснованно проводить оценку эф-</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальные информационные технологии, методы и инструментальные средства при выборе рациональных путей решения задач управления качеством в профессиональной деятельности;</li> <li>- оптимальные методы проведения оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством;</li> <li>- оптимальные методы применения информационных технологий при проведении оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованно и целенаправленно выбирать информационные технологии, методы и инструментальные</li> </ul>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>зультативности процессов и систем управления качеством.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными информационными технологиями и методами при выборе путей решения задач управления качеством в профессиональной деятельности;</li> <li>- навыками использования информационных технологий при проведении оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством.</li> </ul>	<p>фективности и результативности процессов и систем управления качеством;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерпретировать и анализировать результаты оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информационными технологиями и методами при выборе путей решения задач управления качеством в профессиональной деятельности;</li> <li>- хорошими навыками использования информационных технологий при проведении оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством.</li> </ul>	<p>средства при выборе рациональных путей решения задач управления качеством;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованно и целенаправленно проводить оценку эффективности и результативности процессов и систем управления качеством;</li> <li>- интерпретировать, анализировать результаты оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством на основании современных достижений науки и техники.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными информационными технологиями и методами при выборе путей решения задач управления качеством в профессиональной деятельности;</li> <li>- отличными навыками использования информационных технологий при проведении оценки эффективности и результативности процессов и систем управления качеством.</li> </ul>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-9/ основной	<p>ОПК-9.1 Разрабатывает методические и нормативные документы в области управления качеством, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству</p> <p>ОПК-9.2 Оценивает эффективность мероприятий по управлению изменениями для обеспечения постоянного соответствия требованиям качества</p>	<p><b>Знать:</b> - отдельные способы выбора достаточного и необходимого количества влияющих факторов, способы исключения ошибок и промахов из результатов, полученных в результате эксперимента, способы обработки экспериментальных данных;</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать план эксперимента, способствующий наиболее быстрому и эффективному достижению оптимального результата, представлять в удобной для восприятия форме результаты эксперимента;</p> <p><b>Владеть:</b> отдельными навыками выбора источников информации, анализа информации по исследуемому объекту, принятию решений, основанных на фактах.</p>	<p><b>Знать:</b> - основные способы выбора достаточного и необходимого количества влияющих факторов, способы исключения ошибок и промахов из результатов, полученных в результате эксперимента, способы обработки экспериментальных данных;</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать план эксперимента, способствующий наиболее быстрому и эффективному достижению оптимального результата, представлять в удобной для восприятия форме результаты эксперимента;</p> <p><b>Владеть:</b> основными навыками выбора источников информации, анализа информации по исследуемому объекту, принятию решений, основанных на фактах.</p>	<p><b>Знать:</b> - все имеющиеся способы выбора достаточного и необходимого количества влияющих факторов, способы исключения ошибок и промахов из результатов, полученных в результате эксперимента, способы обработки экспериментальных данных;</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать план эксперимента, способствующий наиболее быстрому и эффективному достижению оптимального результата, представлять в удобной для восприятия форме результаты эксперимента;</p> <p><b>Владеть:</b> - отличными навыками выбора источников информации, анализа информации по исследуемому объекту, принятию решений, основанных на фактах.</p>

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

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
2 семестр						
1	Основные понятия и определения	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	1-5	Согласно табл. 7.2
2	Выбор модели	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	6-10	Согласно табл. 7.2
3	Предпланирование эксперимента	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, лабораторная работа, СРС, тестирование	БТЗ	11-15	Согласно табл. 7.2
				Контрольные вопросы к лаб№1,2	МУ-1	
4	Полный факторный эксперимент	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, лабораторная работа, СРС, тестирование	Тесты	16-20	Согласно табл. 7.2
				Контрольные вопросы к лаб№3	МУ-1	
5	Дробный факторный эксперимент	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	21-25	Согласно табл. 7.2
6	Проведение эксперимента и обработка результатов. Реализация плана эксперимента	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	26-30	Согласно табл. 7.2
7	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов.	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, лабораторная работа, СРС, тестирование	БТЗ	31-37	Согласно табл. 7.2
				Контрольные вопросы к лаб№4	МУ-1	
8	Проведение эксперимента и обработка результатов	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, лабораторная работа, СРС,	БТЗ	38-45	Согласно табл. 7.2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
	тов. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов		тестирование	Контрольные вопросы к лаб№5	МУ-1	
9	Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	46-50	Согласно табл. 7.2
3 семестр						
10	Принятие решений после построения модели	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, практическая работа, СРС, тестирование	БТЗ Контрольные вопросы к практ№1	51-55 МУ-1	Согласно табл. 7.2
11	Методы поиска экстремума функции отклика	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	56-60	Согласно табл. 7.2
12	Применение регрессионного анализа	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, практическая работа, СРС, тестирование	БТЗ Контрольные вопросы к практ№2	61-65 МУ-1	Согласно табл. 7.2
13	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Центральный композиционный план второго порядка	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, практическая работа, СРС, тестирование	БТЗ Контрольные вопросы к практ№3	61-65 МУ-1	Согласно табл. 7.2
14	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ортогональные планы второго порядка.	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	66-70	Согласно табл. 7.2
15	Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ротатабельное планирование второго порядка	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, практическая работа, СРС, тестирование	БТЗ Контрольные вопросы к практ№4	71-75 МУ-1	Согласно табл. 7.2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
16	Исследование области оптимума, представленной полиномом второй степени	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	76-80	Согласно табл. 7.2
17	Разбиение факторных планов на блоки	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	81-85	Согласно табл. 7.2
18	Планы, робастные к дрейфам	УК-2, ОПК-2, ОПК-9	Лекция, СРС, тестирование	БТЗ	86-90	Согласно табл. 7.2

БТЗ – банк вопросов и заданий в тестовой форме

### Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

#### Тема 1. Основные понятия и определения

1.1. Понятия: «эксперимент», «опыт», «план эксперимента», «планирование эксперимента». Общие черты эксперимента.

1.2. Типовые задачи исследования. Объект исследования. Понятие «черного ящика», его входные и выходные переменные.

1.3. Понятия: «отклик», «функция отклика», «поверхность отклика». Требования к объекту исследования.

1.4. Активный и пассивный эксперимент.

1.5. Научный и промышленный эксперимент.

1.6. Параметр оптимизации. Классификация параметров оптимизации.

1.7. Требования к параметру оптимизации.

1.8. Понятие фактора. Требования к факторам. Модель.

#### Тема 2. Выбор модели

2.1. Факторное пространство.

2.2. Требования к модели: адекватность и простота.

2.3. Шаговый метод.

2.4. Полиномы, их степени.

2.5. Понятие «аппроксимация».

#### Тема 3. Предпланирование эксперимента

3.1. Постановка задачи исследования.

3.2. Использование корреляционного анализа для выбора зависимых переменных.

3.3. Функция желательности и ее использование.

3.4. Выбор независимых переменных.

3.5. Методы априорного ранжирования.

3.6. Анкета для сбора априорной информации.

#### Тема 4. Полный факторный эксперимент.

- 4.1. Интервалы варьирования факторов, их выбор, верхний, нижний и основной уровни факторов.
- 4.2. Натуральное и кодированные значения факторов.
- 4.3. Число опытов, реализующие возможные сочетания уровней.
- 4.4. Рандомизация опытов.
- 4.5. Матрица планирования эксперимента. Вектор-столбцы и вектор-строки. Буквенное обозначение строк матрицы.
- 4.6. Приемы перехода от матрицы меньшей размерности к матрице большей размерности.
- 4.7. Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента.
- 4.8. Свойства полного факторного эксперимента: симметричность, нормировка, ортогональность, ротатабельность.
- 4.9. Математическая модель полного факторного эксперимента.
- 4.10. Линейная модель. Число степеней свободы линейной модели.
- 4.11. Расчет коэффициентов полинома.
- 4.12. Введение в матрицу планирования фиктивной переменной.
- 4.13. Интерпретация знаков и величины коэффициентов полинома.
- 4.14. ПФЭ с эффектом взаимодействия.
- 4.15. Основной (главный) эффект фактора.
- 4.16. Эффект взаимодействия двух факторов.
- 4.17. Матрица планирования с учетом эффекта взаимодействия.
- 4.18. Математическая модель и расчет коэффициентов при парных взаимодействиях.
- 4.19. Учет возможных взаимодействий при числе факторов более двух. Определение числа возможных взаимодействий любого порядка.

#### Тема 5. Дробный факторный эксперимент

- 5.1. Минимизация числа опытов.
- 5.2. Использование вектор-столбца взаимодействия для нового фактора.
- 5.3. Преобразование матрицы полного факторного эксперимента.
- 5.4. Дробная реплика, их условное обозначение.
- 5.5. Разновидности дробных реплик.
- 5.6. Объединение двух полуреplik в полный факторный эксперимент.
- 5.7. Число опытов для дробной реплики и полного факторного эксперимента.
- 5.8. Оценочный смысл коэффициентов регрессии.
- 5.9. Смешанные оценки.
- 5.10. Разрешающая способность дробной реплики.
- 5.11. Выбор полуреplik.
- 5.12. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты.
- 5.13. Реплики с различной разрешающей способностью.
- 5.14. Выбор  $1/4$ -реплик.
- 5.15. Обобщающий определяющий контраст

#### Тема 6. Проведение эксперимента и обработка результатов. Реализация плана эксперимента.

- 6.1. Необходимость дублирования опытов.
- 6.2. Параллельные опыты.

### 6.3. Три варианта дублирования опытов.

Тема 7. Проведение эксперимента и обработка результатов  
Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов.

7.1. Расчет среднего арифметического значения параметра оптимизации.

7.2. Расчет дисперсии и ошибки опыта.

7.3. Проверка сомнительных результатов проведения опытов.

7.4. Уровень значимости.

7.5. Оценка однородности двух и ряда дисперсий с помощью критериев Фишера и Кохрена.

7.6. Расчет дисперсии воспроизводимости эксперимента.

7.7. Вычисление коэффициентов регрессии.

7.8. Проверка значимости коэффициентов двумя способами: сравнением абсолютной величины коэффициента с доверительным интервалом и с помощью  $t$ -критерия Стьюдента.

7.9. Вычисление дисперсии коэффициентов регрессии и доверительного интервала.

7.10. Расчет дисперсии адекватности.

7.11. Проверка адекватности модели с помощью  $F$  - критерия Фишера.

7.12. Алгоритм обработки результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов.

Тема 8. Проведение эксперимента и обработка результатов  
Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов.

8.1. Среднее арифметическое значение параметра оптимизации. Расчет дисперсии опыта.

8.2. Проверка однородности дисперсий опытов с помощью критерия Бартлетта.

8.3. Проверка значимости коэффициентов.

8.4. Определение дисперсии адекватности.

8.5. Проверка адекватности модели.

Тема 9. Проведение эксперимента и обработка результатов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов.

9.1. Расчет дисперсии воспроизводимости по результатам опытов в центре плана.

9.2. Вычисление коэффициентов модели. Проверка значимости коэффициентов.

9.3. Расчет дисперсии адекватности.

9.4. Проверка гипотезы адекватности модели.

Тема 10. Принятие решений после построения модели

10.1. Анализ типичных ситуаций, различающихся адекватностью и неадекватностью модели, наличия незначимости некоторых коэффициентов.

Тема 11. Методы поиска экстремума функции отклика

11.1. Классификация методов поиска экстремума.

11.2. Постановка задачи.

11.3. Стратегия поиска экстремума функции отклика.

11.4. Метод крутого восхождения.

11.5. Градиент функции отклика.

11.6. Движение по градиенту как изменение факторов пропорционально соответствующим коэффициентам регрессии.

11.7. Графическая интерпретация движения.

11.8. Методика расчета крутого восхождения.

Тема 12. Применение регрессионного анализа

12.1. Задачи регрессионного анализа.

12.2. Выполнение предположений, лежащих в основе регрессионного анализа.

Теоретическое и оценочное уравнения регрессии.

12.3. Матрица условий эксперимента.

12.4. Матрица наблюдений. Транспонированная матрица.

12.5. Вычисление коэффициентов регрессии.

12.6. Нахождение ковариаций и дисперсий коэффициентов регрессии.

12.7. Определение дисперсии воспроизводимости.

12.8. Проверка значимости коэффициентов.

12.9. Расчет дисперсии адекватности.

12.10. Проверка гипотезы адекватности модели.

Тема 13. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.

Центральный композиционный план второго порядка.

13.1. «Звездные» точки и «звездное» плечо.

13.2. Число опытов центрального композиционного плана второго порядка.

13.3. Матрицы и схемы центрального композиционного плана второго порядка для двух и трех факторов.

Тема 14. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ортогональные планы второго порядка.

14.1. Выбор «звездного» плеча.

14.2. Матрицы ортогонального планирования для двух и трех факторов.

14.3. Расчет коэффициентов регрессии.

14.4. Определение дисперсий коэффициентов регрессии.

Тема 15. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Ротатабельное планирование второго порядка.

15.1. Выбор «звездного плеча» и числа опытов в центре плана.

15.2. Униформ-ротатабельное планирование.

15.3. Данные для построения матриц центрального композиционного ротатабельного планирования второго порядка

15.4. Матрица ротатабельного униформ-планирования для двух факторов.

15.5. Расчет коэффициентов регрессии.

15.6. Определение дисперсий коэффициентов уравнения регрессии.

15.7. Определение дисперсии воспроизводимости по результатам опытов в центре плана.

15.8. Расчет дисперсии адекватности.

15.9. Проверка гипотезы адекватности модели.

Тема 16. Исследование области оптимума, представленной полиномом второй степени

16.1. Каноническая форма уравнения второй степени.

16.2. Характеристическое уравнение для определения коэффициентов канонического уравнения.

16.3. Влияние коэффициентов на величину параметра оптимизации при поиске экстремума функции.

16.4. Контурные кривые, характеризующие область оптимума, описываемую уравнением второго порядка, для двух факторов.

16.5. Многообразие поверхностей отклика, описываемых уравнением второго порядка, для трех факторов.

Тема 17. Разбиение факторных планов на блоки

17.1. Разбиение многофакторных планов на блоки для исключения влияния мешающих факторов.

17.2. Группировка опытов по уровням мешающего блокового фактора.

Тема 18. Планы, робастные к дрейфам

18.1. Понятие «дрейфующие объекты».

18.2. Условия проведения эксперимента при наличии дрейфа.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачёта (2 семестр) и экзамена (3 семестр). Зачёт и экзамен проводятся в виде бланкового и/или компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%).

БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложно-

сти. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения  
промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Каким образом производится проверка гипотезы адекватности модели?

- А) с помощью критерия Фишера;
- Б) с помощью критерия Кохрена;
- В) с помощью критерия Пирсона;
- Г) с помощью критерия Лапласа.

Задание в открытой форме:

При использовании дробных реплик коэффициенты уравнения регрессии являются \_\_\_\_\_.

Задание на установление правильной последовательности:

Установите правильную последовательность действий при разработке контрольного листка:

1 – Провести анализ данных; 2 – Собрать данные; 3 – Определить категорию данных; 4 – Разработать форму контрольного листка; 5 – Провести инструктаж сотрудников, ответственных за сбор данных; 6 – Определить проблемы процесса, которые необходимо регистрировать в контрольном листке; 7 – Определить интервал и период сбора данных.

Задание на установление соответствия:

Установите соответствие между размерностями и границами ОДР в задачах линейного программирования в этих размерностях:

- 1) трехмерное пространство; 2) двумерное пространство; 3) одномерное пространство; 4) ноль-мерное пространство
- А) прямая; Б) многоугольник; В) многогранник; Г) точка

Компетентностно-ориентированная задача:

Чему равно число «звёздных» точек для центрального композиционного плана второго порядка, если число факторов равно 4, а количество опытов в центре плана равно единице?

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

## 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
2 семестр				
Лабораторная работа №1 «Априорное ранжирование факторов при отсутствии связанных рангов»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №2 «Априорное ранжирование факторов при наличии связанных рангов»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №3 «Полный факторный эксперимент»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №4 «Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №5 «Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Тестирование Т6	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Тестирование Т10	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Тестирование Т14	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Тестирование Т18	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
СРС	6	Материал усвоен менее чем на 50%	12	Материал усвоен более чем на 50%
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачёт	0		36	
ИТОГО	24		100	
3 семестр				
Практическая работа №1 «Интерпретация модели, полученной по результатам полного факторного эксперимента»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №2 «Приведение уравнения регрессии к канонической форме»	3	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №3 «Оптимизация методом «крутое восхождение»»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №4 «Центральное композиционное ротатабельное планирование»	3	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Тестирование Т6	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Тестирование Т10	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Тестирование Т14	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
Тестирование Т18	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
СРС	6	Материал усвоен менее чем на 50%	12	Материал усвоен более чем на 50%
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Экзамен	0		36	
ИТОГО	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Озёркин, Д. В. Основы научных исследований и патентоведение [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Алексеев, Д. Озёркин. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 172 с. - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209000>

2. Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении [Текст] : учебное пособие / А. И. Барботько [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 500 с.

3. Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении [Текст] : [учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. И. Барботько [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 499 с.

4. Соловьев, Виктор Петрович. Организация эксперимента [Текст] : учебное пособие / В. П. Соловьев, Е. М. Богатов. - Старый Оскол : ТНТ, 2012. - 256 с.

5. Соловьев, Виктор Петрович. Организация эксперимента [Текст] : учебное пособие / В. П. Соловьев, Е. М. Богатов. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 256 с.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

6. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований [Текст] : учебное пособие / М. Ф. Шкляр. - 5-е изд. - М. : Дашков и К, 2014. - 244 с.

7. Шуленин, В.П. Математическая статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 ч. / В.П. Шуленин. - Томск : Издательство "НТЛ", 2012. – . - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200149> Ч. 2. Непараметрическая статистика. - 388 с.

8. Шуленин, В.П. Математическая статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 ч. / В.П. Шуленин. - Томск : Издательство "НТЛ", 2012. – . - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200148> Ч. 1. Параметрическая статистика. - 540 с.

9. Шуленин, В.П. Математическая статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 ч. / В.П. Шуленин. - Томск : Издательство "НТЛ", 2012. - . - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200150> Ч. 3. Робастная статистика. - 520 с.

### 8.3 Перечень методических указаний

1

1. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Организация и планирование эксперимента» для обучающихся по направлениям подготовки магистров 27.04.02 «Управление качеством» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Ю.А. Мальнева, В.В. Куц. - Курск : ЮЗГУ, 2022. - 43с.

2. Организация самостоятельной работы студентов: методические указания по организации самостоятельной работы студентов направления подготовки 27.04.02 «Управление качеством» / ЮЗГУ; сост.: Ю.А. Мальнева. - Курск : ЮЗГУ, 2022. - 36с. - Текст : электронный.

### 8.4 Другие учебно-методические материалы

1. Стандарты и качество: научно-технический журнал. — М.: РИА «Стандарты и качество».

2. Законодательная и прикладная метрология: научно-технический журнал. - М.: АНО РСК Консалтинг.

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <https://do.swsu.org> – Электронная информационно-образовательная среда ЮЗГУ. Учебные курсы ЮЗГУ.

2. <http://biblioclub.ru> – Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Организация и планирование эксперимента» являются лекции, лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; за-

крепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному и практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Организация и планирование эксперимента»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Организация и планирование эксперимента» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Организация и планирование эксперимента» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Операционная система Windows 7/8/8.1/10, договор IT000012385.

Антивирус ESET NOD32, сублицензионный договор №Вж-ПО\_119356.

Антивирус Kaspersky Endpoint Security Russian Edition, лицензия 156A-140624-192234.

Microsoft Office 2016, лицензионный договор №S0000000722 от 21.12.2015 г. с ООО «АйТи46», лицензионный договор №K0000000117 от 21.12.2015 г. с ООО «СМСКанал».

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры ДиИМ, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска ДК 32 Э 3010 МФ/1,00, а также презентационной техникой: ноутбук Asus X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/160Gb/ сумка/проектор inFocus IN24+(39945,45)/1,00, экран на штативе ScreenMedia Apollo-T150\*150 MW/STM-1101/1.00, штатив (44,5-129 см. 800г. 1 уровень, чехол, нагрузка до 2кг)/1,00 для проведения лабораторных и практических работ.

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитывать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			
1		31			1	30.09.2022	Выписка из протокола №3 заседания кафедры ДиИМ от 30.09.22 г. Мальнева Ю.А.