

Б. 1. 1. 18

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.10.2023 14:45:13
Уникальный программный ключ:
8db180d1a5f02ac9e60521a5672742755c180fdb

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
Е. В. Сафонов/
2021 г.



Рабочая программа дисциплины

Планирование и организация эксперимента

Направление подготовки

27.03.02 «Управление качеством»

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Управление качеством на производстве»

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

Москва 2021

1. Цели и задачи дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» следует отнести:

- приобретение студентами, обучающимися по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством», знаний, умений и навыков, позволяющих осуществлять профессиональную производственно-технологическую деятельность.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» следует отнести:

- статистическое управление технологическими операциями и процессами с использованием современных технологий проведения научных исследований;

- организация и планирование научно-исследовательских работ на базе математических методов теории планирования эксперимента;

- формирование планов эксперимента и обработка полученных результатов, используя методы статистической обработки информации;

- построение статистических моделей управления качеством, позволяющих исследовать стабильность достижения формируемых параметров качества изделий;

- управление технологическими процессами на основе статистического анализа процессов формирования параметров качества изделий;

- проведение мониторинга процесса формирования рассматриваемого параметра качества, анализ причин возникновения брака и участие в разработке технико-технологических мероприятий по его устранению и предупреждению;

- формирование умений и навыков по данному направлению;

- участие в проведении практических занятий.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством» и профилю «Управление качеством на производстве» для очной формы обучения.

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

В обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- математический анализ;

- теория вероятностей и математическая статистика;

- всеобщее управление качеством;

- статистические методы в управлении качеством машиностроительной продукции.

В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- квалиметрия;

- средства и методы управления качеством;

- метрология;

- организация и технология испытаний.

В вариативной части дисциплин по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- влияние технологических процессов на качество продукции;
- технологическое обеспечение качества;
- основы стандартизации и технического регулирования;
- технология разработки стандартов и нормативной документации;
- основы оптимизации параметров объектов стандартизации;
- основы теории систем, системного анализа и технологии системного моделирования.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» студенты должны:

ЗНАТЬ:

-методологию статистического управления качеством технологических операций и процессов на основе использования математического аппарата регрессионного анализа;

- алгоритм решения задач параметрической оптимизации технологических операций и процессов;

- роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства;

- основы теоретико-вероятностного математического аппарата;

- принципы принятия решений;

- принципы оптимизации и систему организации мероприятий по улучшению качества продукции;

- методологию построения обобщенных вариантов решения проблемы и анализа этих вариантов;

УМЕТЬ:

- проводить контроль процесса формирования параметров качества;

- прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;

- применять математический аппарат теории планирования эксперимента при проведении научных исследований и управления качеством продукции машиностроения;

- обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований;

- формулировать рекомендации по практическому использованию результатов исследований;

- использовать методы регрессионного анализа при решении инженерных задач;

ВЛАДЕТЬ:

-методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя математический аппарат теории планирования эксперимента;

-методами проведения обследования действующих

машиностроительных производств и оценки их уровня;

-методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля;

-методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем;

- средствами измерения и контроля качества продукции машиностроения;

- методами проведения однофакторных и многофакторных экспериментов с последующей подготовкой рекомендаций по совершенствованию процесса изготовления деталей машин;

- методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем;

- навыками организации и проведения факторных экспериментов по заданным методикам.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Планирование и организация эксперимента», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-7	Способен осуществлять критический анализ и обобщение профессиональной информации в рамках управления качеством продукции, процессов, услуг	ОПК-7.1 знать: - сущность и содержание статистических методов для обеспечения качества продукции машиностроения; основы теоретико-вероятностного математического аппарата; - способы сбора и обработки экспериментального материала с использованием современных информационных технологий; - методы экспериментального исследования в области статистического управления качеством технологических операций и процессов; ОПК-7.2 уметь: - применять теоретические знания для решения инженерных задач, предусматривающих организацию и проведение статистических исследований и статистического анализа информации; - обобщать, анализировать и систематизировать результаты исследований; - использовать методы статистического контроля и регулирования при решении инженерных задач; - принимать участие в подготовке рекомендации по практическому использованию результатов исследований;

		<p>ОПК-7.3 владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами статистического анализа информации и применения инструментов управления качеством при решении инженерных задач; - методами и средствами исследований высокотехнологичных машиностроительных производств; - методами и средствами контроля и регулирования технологических процессов для улучшения качества продукции; - методами анализа причин возникновения дефектов выпускаемой продукции и разработки предложений по их предупреждению
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы – 144 часа, из них 72 часа – самостоятельная работа студентов.

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» изучается на седьмом семестре четвертого курса.

Аудиторных занятий – 72 часа, из них: лекции – 36 часов, семинарские и практические занятия – 36 часов. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Планирование и организация эксперимента» по срокам и видам работы отражены в Приложении А.

4.2 Содержание дисциплины

Седьмой семестр

1.1. Введение. Основные термины и определения.

Информирование студентов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках ее проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля. Информирование студентов о необходимых методических материалах. Рекомендации по эффективной организации самостоятельной работы.

Рекомендуемая литература.

Анализ понятий: научный и промышленный эксперимент, простые сравнительные эксперименты, многофакторные эксперименты, опыт, наблюдение, отсчет, измерение.

Основные требования к эксперименту: повторяемость, сбалансированность, рандомизация, чувствительность, однородность.

Технологическое и метрологическое обеспечение качества

Основные понятия планирования эксперимента.

Понятие параметра оптимизации. Виды параметров оптимизации и предъявляемые к ним требования. Задачи с несколькими выходными параметрами. Виды математических моделей. Понятие о статистическом моделировании.

1.2. Основные сведения о качестве и об управлении качеством продукции.

Значение качества. Основные показатели качества продукции машиностроения. Управление качеством – комплексная проблема, решаемая на всех этапах системы производства.

Практика обеспечения качества продукции. Общие сведения о методах обработки данных наблюдений. Инструменты обеспечения качества. Назначение, область применения.

Введение в факторные эксперименты.

Типы случайных величин. Генеральная совокупность и выборка из нее. Выборочные характеристики. Выборочные распределения. Пассивный и активный эксперимент. Факторные эксперименты с взаимодействием и без взаимодействия. Преимущества факторных экспериментов.

1.3. Объекты оптимизации, факторы, предъявляемые к ним требования.

Требования к объектам исследования.

Классификация факторов. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента. Требования к совокупности факторов. Примеры факторов.

Методология выбора модели.

Математическая модель. Предпосылки выбора модели. Требования, предъявляемые к модели. Допущения относительно свойств модели. Геометрическая интерпретация модели.

1.4. Вводное практическое занятие. Методология решения задач оптимизации.

Краткий обзор тем практических занятий и рекомендуемая литература.

Основные этапы проведения эксперимента. Выбор условий проведения опытов. Методы поиска оптимума функции отклика.

Обобщенный параметр оптимизации.

Способы построения обобщенного отклика. Шкала желательности. Обобщенная функция желательности.

1.5. Методы выделения существенных факторов.

Метод экспертных оценок. Насыщенные дробные факторные планы. Насыщенные экспериментальные планы Плакетта-Бермана. Метод случайного баланса.

Критерии оптимальности планов.

Планы многофакторного анализа, изучения поверхности отклика, отсеивающего эксперимента.

Статистические теории оптимальности планов. Критерии, характеризующие взаимонезависимость и точность оценок параметров. Критерии, связанные с ошибкой оценки модели.

1.6. Полный факторный эксперимент.

Полный факторный эксперимент типа 2^k . Выбор основного уровня. Выбор интервалов варьирования.

Полный факторный эксперимент и математическая модель.

Свойства полного факторного эксперимента. Приемы построения матриц. Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента. Допущения относительно свойств модели.

1.7. Построение регрессионной модели эксперимента.

Алгоритм построения модели. Оценка случайности выборки. Эффекты взаимодействия факторов. Виды математических моделей.

Методы расчета коэффициентов регрессии модели.

Расчет коэффициентов модели при линейных эффектах и эффектах взаимодействия. Расчет нулевого члена модели. Расчет коэффициентов модели методом Йетса.

1.8. Дробный факторный эксперимент.

Понятие дробного факторного эксперимента. Теоретическая база использования дробных реплик. Эффективность применения при планировании экспериментальных исследований.

Минимизация числа опытов.

Планы полного факторного эксперимента с учетом эффектов взаимодействия. Оценка значимости эффектов взаимодействия. Преобразование уравнения регрессии с учетом значимости эффектов взаимодействия.

1.9. Анализ принятых решений при минимизации числа опытов.

Выбор полуреплик. Раздельные и смешанные оценки коэффициентов регрессии. Проверка матриц, предлагаемых взамен полного факторного эксперимента.

Дробные реплики.

Условное обозначение дробных реплик. Генерирующее соотношение и определяющие контрасты. Реплики большой дробности.

1.10. Построение регрессионной математической модели процесса. Изучение информации об объекте исследования.

Объект исследования – операция хонингования отверстия. Кинематическая схема процесса. Выходные параметры процесса. Режущий инструмент. Область применения.

Определение исходной информации для моделирования процесса.

Выбор теоретической зависимости входных и выходных параметров процесса. Определение возмущающих факторов. Выбор интервалов варьирования.

1.11. Организация эксперимента и анализ уравнения регрессии.

Составление матрицы планирования эксперимента. Расчет коэффициентов регрессии. Оценка значимости коэффициентов регрессии.

Проверка адекватности математической модели.

Расчет дисперсии воспроизводимости. Расчет дисперсии адекватности.

Выбор уровня значимости и определение числа степеней свободы.

1.12. Матричный подход к регрессионному анализу.

Метод наименьших квадратов. Некоторые операции над матрицами. Матрица системы нормальных уравнений.

Принятие решения после построения модели.

Интерпретация результатов моделирования. Линейная модель адекватна. Линейная модель неадекватна.

1.13. Основные положения теории статистических выводов.

Однофакторный дисперсионный анализ. Проверяемые гипотезы. Статистическая модель.

Рандомизированное полноблочное планирование.

Форма записи данных. Статистический анализ применительно к рандомизированным полноблочным планам. Таблица дисперсионного анализа.

1.14. Решение задачи рандомизированного полноблочного планирования.

Кодирование исходных данных. Заполнение таблицы дисперсионного анализа. Выбор уровня значимости и проверка выдвинутых гипотез.

Исследование уравнения регрессии.

Проверяемые гипотезы. Понятие «чистой» ошибки и ошибки неадекватности. Алгоритм дисперсионного анализа.

1.15. Оценивание недостающих данных.

Постановка задачи. Рандомизированный полноблочный план с одним недостающим данным. Приближенный дисперсионный анализ для рандомизированного полноблочного плана с одним недостающим данным.

Латинские квадраты.

Область применения. Форма записи. Статистическая модель. Таблица дисперсионного анализа.

1.16. Сбалансированные неполноблочные планы.

Определение неполноблочного сбалансированного плана. Статистический анализ. Таблица дисперсионного анализа.

Планы второго порядка.

Центральные композиционные планы. Схема плана. Матрица планирования. Выбор критерия оптимальности плана.

1.17. Ортогональные планы второго порядка.

Методика построения ортогонального центрального композиционного плана второго порядка. Построение матрицы планирования. Расчет коэффициентов регрессии. Преимущества плана и его использование при решении инженерных задач.

Ротатабельные планы второго порядка.

Определение ротатабельного плана второго порядка. Данные для построения матрицы плана. Расчет коэффициентов модели. Преимущества плана и его использование при решении инженерных задач.

1.18. Обзорная лекция.

Роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства на базе статистического управления качеством технологических операций и процессов на основе использования математического аппарата регрессионного анализа.

Обзорное занятие по практическим работам.

Актуальность методов планирования эксперимента и примеры решения инженерных задач.

5.Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При проведении практических занятий предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в виде разбора конкретных ситуаций, просмотра видеоматериалов по определенным темам, их последующий анализ, обсуждение и пр. Наиболее широко эти формы обучения используются при проведении практических занятий с привязкой темы занятий к решению конкретных задач освоения дисциплины. В рамках учебного курса предусматривается посещение международных выставок: «Машиностроение», «Сборка», «Станкостроение» и т.д.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Планирование и организация эксперимента» и в целом по дисциплине составляет 20 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий.

6.Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости, самостоятельной работы студентов и промежуточных аттестаций:

- ознакомление с материалами по теме: «Планирование и организация эксперимента»;

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Планирование и организация эксперимента» (индивидуально для каждого обучающегося).

Проверка текущего контроля знаний студентов осуществляется с помощью контрольных вопросов, приведенных в приложении Б.

Проверка текущих знаний студентов проводится на шестой и четырнадцатой неделях семестра. Студент письменно отвечает на один из вопросов по пройденному материалу, приведенных в приложении Б, заданный преподавателем. Время для ответа на вопрос не должно превышать 15 мин. Оценка выставляется преподавателем согласно шкале оценивания «зачет», «незачет» и доводится до сведения студентов на следующем занятии.

Шкала оценивания текущих знаний студентов и ее описание

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Студент правильно ответил на заданный вопрос.
Незачтено	Студент привел менее 30% материалов, предполагающих правильный ответ на вопрос или не ответил на вопрос.

Студентам, получившим оценку «незачтено» или пропустившим текущий контроль, предлагается пройти проверку текущего контроля заново до промежуточной аттестации.

В период проведения практических занятий рабочей программой предусмотрено представление студентами письменных отчетов и защита следующих практических работ:

- Построение регрессионной модели эксперимента;
- Дробные реплики;
- Определение исходной информации для моделирования процесса;
- Организация эксперимента и анализ уравнения регрессии;
- Решение задачи рандомизированного полноблочного планирования;
- Оценивание недостающих данных;
- Ортогональные планы второго порядка;
- Ротатабельные планы второго порядка.

Работы должны быть оформлены и защищены в ходе проведения практических занятий до промежуточной аттестации. Оценка выставляется преподавателем согласно шкале оценивания «зачтено», «незачтено» и доводится до сведения студентов. При получении оценки «незачтено» работа защищается заново до промежуточной аттестации.

Шкала оценивания отчетов по практическим работам и ее описание

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Студент представил письменные отчеты по каждой из правильно выполненных практических работ.
Не зачтено	Студент не представил письменные отчеты по каждой из правильно выполненных практических работ.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена подготовка реферата, примерные темы которых приведены в приложении Б. Тема реферата утверждается на четвертой неделе семестра. Студент может подготовить реферат по другой теме, при условии соответствия тематике изучаемого курса, предварительно согласовав ее с преподавателем. Прямое копирование из литературных источников не допускается. Объем реферата должен быть не менее 15 страниц и представлен на бумажном и электронном носителях до промежуточной аттестации.

Шкала оценивания реферата и ее описание

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Студент представил реферат и при собеседовании коротко охарактеризовал суть проблемы, методы и средства ее решения, а также собственные взгляды на проблему.
Не зачтено	Студент не представил реферат или при собеседовании не смог пояснить суть рассматриваемой проблемы.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена на седьмом семестре с учетом результатов **текущего контроля** успеваемости в течение семестров. Темы и вопросы, выносимые на экзамен, представлены в приложении к рабочей программе «Фонд оценочных средств по дисциплине «Планирование и организация эксперимента» (приложение Б). По итогам промежуточной аттестации в седьмом семестре выставляется оценка – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Шкала и критерии оценивания приведены ниже.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, либо если при этом были допущены 2-3 незначительные

	ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6.1. Требования к подготовке к промежуточной аттестации

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Планирование и организация эксперимента»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические работы (семинары) – (перечень тем в приложении Б)	Участие в семинарах, предусмотренных рабочей программой дисциплины, с оценкой преподавателя «зачтено», если дан полный, развернутый, аргументированный ответ на предложенные вопросы.
Реферат (перечень тем в приложении Б)	Представить один реферат по выбранной теме с оценкой преподавателя «зачтено», если представлен один реферат в форме презентации и на бумажном носителе.
Контрольные вопросы (перечень вопросов в приложении Б)	Оценка преподавателя «зачтено», если студент правильно ответил на поставленный вопрос.

6.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-7	Способен осуществлять критический анализ и обобщение профессиональной информации в рамках управления качеством продукции, процессов, услуг

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-7 Способен осуществлять критический анализ и обобщение профессиональной информации в рамках управления качеством продукции, процессов, услуг				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства; методологию разработки планов и методик экспериментальных исследований; систему организации мероприятий по улучшению качества продукции	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства; методологию разработки планов и методик экспериментальных исследований; систему организации мероприятий по улучшению	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства; методологию разработки планов и методик экспериментальных исследований; систему организации мероприятий по улучшению качества продукции. Допускаются	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства; методологию разработки планов и методик экспериментальных исследований; систему организации мероприятий по улучшению качества продукции, но допускаются	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства; методологию разработки планов и методик экспериментальных исследований; систему организации мероприятий по улучшению качества

	качества продукции	значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	продукции. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: применять математический аппарат теории планирования эксперимента при разработке методик проведения контроля показателей качества продукции машиностроения; обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований; прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятий по их предупреждению	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: применять математический аппарат теории планирования эксперимента при разработке методик контроля показателей качества продукции машиностроения; обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований; прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятий по их предупреждению	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять математический аппарат теории планирования эксперимента при разработке методик проведения контроля показателей качества продукции машиностроения; обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований; прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятий по их предупреждению. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять математический аппарат теории планирования эксперимента при разработке методик проведения контроля показателей качества продукции машиностроения; обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований; прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятий по их предупреждению. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять математический аппарат теории планирования эксперимента при разработке методик контроля показателей качества продукции машиностроения; обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований; прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятий по их предупреждению. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами	Обучающийся не владеет или в	Обучающийся владеет в неполном	Обучающийся частично	Обучающийся в полном объеме

<p>средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя аппарат теории планирования эксперимента; навыками участия в разработке планов и методик проведения экспериментов; методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля; методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем</p>	<p>недостаточной степени владеет методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя математический аппарат теории планирования эксперимента; навыками участия в разработке планов и методик проведения экспериментов; методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля; методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем</p>	<p>объем методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя аппарат теории планирования эксперимента; навыками участия в разработке планов и методик проведения экспериментов; методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля; методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>владеет методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя математический аппарат теории планирования эксперимента; навыками участия в разработке планов и методик проведения экспериментов; методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля; методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>владеет методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя математический аппарат теории планирования эксперимента; навыками участия в разработке планов и методик проведения экспериментов; методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля; методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
---	---	---	---	---

Фонды оценочных средств представлены в Приложении Б к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Воробьев, А.Л. Планирование и организация эксперимента в управлении качеством / А.Л. Воробьев, И.И. Любимов, Д.А. Косых ; Министерство образования и науки Российской Федерации. – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. – 344 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330604> (дата

обращения: 11.11.2019). – Библиогр.: с. 313-315. – ISBN 978-5-4417-0476-2.
– Текст : электронный.

б) дополнительная литература:

1. Боярский, М.В. Планирование и организация эксперимента / М.В. Боярский, Э.А. Анисимов; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. – 168 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437056> (дата обращения: 11.11.2019). – Библиогр.: с. 145-146. – ISBN 978-5-8158-1472-1. – Текст : электронный.

2. Матальцкий, М.А. Теория вероятностей и математическая статистика / М.А. Матальцкий, Г.А. Хацкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 592 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477424> (дата обращения: 11.11.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-06-2855-8. – Текст : электронный.

3. Петухов С.Л., Бухтеева И.В., Холодкова А.Г., Аббясов В.М. Регрессионные математические модели в автотракторостроении. Учебное пособие №3049. М.: Университет машиностроения. 2014 –46 с.

в) методические указания к практическим работам:

1. Петухов С.Л., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В. Проверка гипотез о законе распределения. Критерий Пирсона. МУ № 2693.

2. Петухов С.Л., Поседко В.Н., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В. Построение доверительных интервалов. МУ № 2705.

г) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам):

№ п/п	Электронный ресурс	№ договора. Срок действия доступа	Названия коллекций
1	ЭБС «Издательства Лань» - договор № 73-МП-23-ЕП/17 от 28.05.2017. (e.lanbook.com)	Договор № 132_94.44.ЕП/20 от 19.05.2020 с ООО «ЭБС ЛАНЬ». Срок действия – с 15.06.2020 по 15.06.2021	Инженерно-технические науки –Издательство «Машиностроение» Инженерно-технические науки – Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана; Инженерно-технические науки – Издательство «Физматлит»; Экономика и менеджмент – Издательство «Флинта»; - 58 книг из других разделов ЭБС (см. сайт университета, раздел библиотека)

2	ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com)	Договор № 124_62.44.ЕП/19 от 04.06.2019 с ООО «ЗНАНИУМ». Срок действия – с 01.11.2019 по 31.10.2020	Доступ к 5 изданиям из разных коллекций ЭБС
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru)	Договор № 133_95.44.ЕП/20 от 19.05.2020 с ООО «Директ-Медиа». Срок действия – с 29.05.2020 по 28.05.2021	Доступ к базовой коллекции ЭБС
4	ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru)	Договор № 122_60.44.ЕП/19 от 04.06.2019 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». Срок действия – с 01.09.2019 по 31.08.2020	Доступ к 12 изданиям из разных коллекций ЭБС
5	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	Договор № 101/НЭБ/2450 от 11.10.2017 с ФГБУ «РГБ» - срок действия договора 5 лет	НЭБ (нэб.рф) объединяет фонды публичных библиотек России федерального, регионального, муниципального уровней, библиотек научных и образовательных учреждений, а также правообладателей, правомерно переведенные в цифровую форму
6	Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru)	Свободный доступ	1134165 научных статей
7	ЭБС «Polpred» (polpred.com)	Свободный доступ	Обзор СМИ (архив публикаций за 15 лет)
8	Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru	Свободный доступ	Более 3000 наименований российских журналов в открытом доступе
9	Доступ к электронным ресурсам издательства SpringerNature	Письмо в ФГБОУ «Российский Фонд Фундаментальных Исследований» от 03.10.2016 № 11-01-17/1123 с приложением С 01.01.2017 - бессрочно	SpringerJournals; SpringerProtocols; SpringerMaterials; SpringerReference; zbMATH; NatureJournals
10	Справочная поисковая система «Техэксперт»	Без договора	Нормы, правила, стандарты и законодательство по техническому регулированию

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях и лабораториях кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» АВ 4304, АВ 4307, АВ 4309, АВ 4314, оснащенных компьютерной и мультимедийной техникой, позволяющей демонстрировать материалы видео материалы; современным оборудованием и контрольно-измерительной техникой; используются раздаточные материалы, иллюстрирующие конструкции рассматриваемых сборочных единиц.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий.

Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов статистического управления качеством технологических процессов в машиностроении, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, студенческих конференциях.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

Преимущества факторных экспериментов (ОПК-7).

Тактическое планирование (ОПК-7).

Эмпирические функции распределения (ОПК-7).

Критерии оптимальности планов (ОПК-7).

Методика выделения существенных факторов (ОПК-7).

Подготовка к решению инженерных задач на базе проверки гипотез случайности выборки и нормальности распределения (ОПК-7).

Основы теории статистических выводов (ОПК-7).

Проверка равенства нескольких дисперсий (ОПК-7).

Планы для подбора математических моделей (ОПК-7).

Латинские квадраты (ОПК-7).

Неполноблочные планы. Квадраты Юдена(ОПК-7).

Неполноблочные планы. Решетчатые планы(ОПК-7).

Крутое восхождение по поверхности отклика(ОПК-7).

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Планирование и организация эксперимента» следует уделять изучению основных понятий в области статистического управления качеством технологических операций и процессов.

При подготовке и проведении практических занятий необходимо акцентировать внимание на теоретических основах моделирования систем, подробно рассмотреть алгоритм статистического моделирования.

При проведении практических занятий необходимо обращать внимание студентов на теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам практических занятий. Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения практических работ.

11. Приложения к рабочей программе:

Приложение А – Структура и содержание дисциплины;

Приложение Б – Фонд оценочных средств.

Приложение В – Перечень оценочных средств по дисциплине «Планирование и организация эксперимента».

Приложение Г – Аннотация рабочей программы дисциплины.

**Структура и содержание дисциплины «Планирование и организация эксперимента»
по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством» профиль «Управление качеством на производстве» (бакалавр)**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации		
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	КР	К.	РГР	Реферат	К/р	Э	З	
Седьмой семестр																
1.1	Введение. Основные термины и определения.	7	1	2												
	Основные понятия планирования эксперимента			2												
1.2	Основные сведения о качестве и об управлении качеством продукции	7	2	2			2									
	Введение в факторные эксперименты			2			4									
1.3	Объекты оптимизации, факторы и предъявляемые к ним требования	7	3	2			4									
	Методология выбора модели	7		2			4									
1.4	Вводное практическое занятие. Методология решения задач оптимизации	7	4		2								+			
	Обобщенный параметр оптимизации				2											
1.5	Методы выделения существенных факторов	7	5	2			6						+			
	Критерии оптимальности планов			2			6									
1.6	Полный факторный эксперимент	7	6	2			4						+			
	Полный факторный эксперимент математическая модель			2			4									
1.7	Построение регрессионной модели эксперимента	7	7		2								+			
	Методы расчета коэффициентов регрессии модели				2											
1.8	Дробный факторный эксперимент	7	8	2			6						+			
	Минимизация числа опытов			2			2									
1.9	Анализ принятых решений при	7	9		2								+			

	минимизации числа опытов																	
	Дробные реплики				2								+					
1.10	Построение регрессионной математической модели процесса. Изучение информации об объекте исследования	7	10		2								+					
	Выбор вида зависимости, возмущающих факторов, интервалов варьирования				2													
1.11	Составление матрицы планирования эксперимента, расчет коэффициентов регрессии	7	11		2								+					
	Проверка адекватности математической модели				2		2											
1.12	Матричный подход к регрессионному анализу	7	12		2			2					+					
	Способы принятия решений				2			2										
1.13	Основные положения теории статистических выводов	7	13		2			6					+					
	Рандомизированное полноблочное планирование				2			4										
1.14	Решение задачи рандомизированного полноблочного планирования	7	14		2			2					+					
	Исследование уравнения регрессии				2													
1.15	Оценивание недостающих данных	7	15		2			2					+					
	Латинские квадраты				2													
1.16	Сбалансированные неполноблочные планы	7	16		2			2					+					
	Планы второго порядка				2			4										
1.17	Ортогональные планы второго порядка	7	17		2			2					+					
	Ротатабельные планы второго порядка				2			2										
1.18	Обзорная лекция	7	18		2								+					
	Обзорное занятие по практическим работам				2													
	Форма аттестации												Один реферат				Э	
	Всего часов в седьмом семестре				36	36		72										

Заведующий кафедрой «Стандартизация, метрология и сертификация»
доцент, к.т.н.

О.Б. Бавыкин

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 27.03.02 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

ОП (профиль): «Управление качеством на производстве»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: в соответствии с ОП

Кафедра: Стандартизация, метрология и сертификация

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планирование и организация эксперимента

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

вариант экзаменационного билета

перечень вопросов на экзамен

контрольные вопросы

примерный перечень тем рефератов

примерная тематика практических работ

Составитель:

к.т.н., доц. Петухов С.Л.

Москва 2021

1. Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством		ОП (профиль): Управление качеством на производстве										
Код компетенции	Описание компетенции	Название дисциплины по учебному плану	Семестры изучения дисциплин									
1	2	3	4									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОПК-7	Способен осуществлять критический анализ и обобщение профессиональной информации в рамках управления качеством продукции, процессов, услуг	Планирование и организация эксперимента							*			

Таблица 2 Паспорт ФОС по дисциплине «Планирование и организация эксперимента»

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ОПК-7	Знания: роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства; методологию разработки планов и методик экспериментальных исследований; систему организации мероприятий по улучшению качества продукции	Все разделы	ТЕК Шестая и четырнадцатая недели семестра На каждом занятии	Письменные ответы на вопросы для контроля текущих знаний Отчеты по практическим работам Рефераты	П П Р	Контрольные вопросы Отчеты Реферат

	<p>Умения: применять математический аппарат теории планирования эксперимента при разработке методик проведения контроля показателей качества продукции машиностроения; обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований; прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по их предупреждению</p>	Все разделы	Шестая и четырнадцатая недели семестра	Письменные ответы на вопросы для контроля текущих знаний	П	Отчеты
			На каждом занятии	Отчеты по практическим работам	П	Отчеты
				Рефераты	Р	Реферат
	<p>Навыки: владение методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя математический аппарат теории планирования эксперимента; навыки участия в разработке планов и методик проведения экспериментов; использование методов статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля; использование методов и средствами проведения факторных экспериментальных исследований для обеспечения эффективного функционирования технологических систем</p>	Все разделы	На каждом занятии	Отчеты по практическим работам	П	Отчеты

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

Планирование и организация эксперимента					
ФГОС ВО 27.03.02 «Управление качеством»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-7	Способен осуществлять критический анализ и обобщение профессиональной информации в рамках управления качеством продукции, процессов, услуг	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства; - методологию разработки планов и методик экспериментальных исследований; - систему организации мероприятий по улучшению качества продукции; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять математический аппарат теории планирования эксперимента при разработке методик проведения контроля показателей качества продукции машиностроения; - обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований; 	лекция, самостоятельная работа, практическая работа	Э, ПрР, Р, КВ	<p>Базовый уровень: воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам</p> <p>Повышенный уровень: практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при</p>

		<p>- прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятий по их предупреждению;</p> <p>владеть:</p> <p>- методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя математический аппарат теории планирования эксперимента;</p> <p>- навыками участия в разработке планов и методик проведения экспериментов;</p> <p>- методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля;</p> <p>- методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем;</p>			<p>недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении</p>
--	--	--	--	--	---

**.- Сокращения форм оценочных средств см. в Приложении В к рабочей программе.

Перечень контрольных вопросов для проверки текущих знаний студентов по освоению дисциплины «Планирование и организация эксперимента» ОПК-7

Седьмой семестр

1. Основные принципы планирования эксперимента.
 2. Преимущества факторных экспериментов.
 3. Основные этапы проведения эксперимента.
 4. Понятие метрологического обеспечения качества.
 5. Научный и промышленный эксперимент.
 6. Многофакторные эксперименты.
 7. Простые сравнительные эксперименты.
 8. Виды параметров оптимизации.
 9. Требования, предъявляемые к параметрам оптимизации.
 10. Генеральная совокупность и выборка.
 11. Реализация случайности выборки.
 12. Определение объема выборки.
 13. Методика построения эмпирической кривой распределения.
 14. Допущения, принимаемые при построении модели.
 15. Вероятностные характеристики случайной величины.
 16. Пассивный и активный эксперимент.
 17. Виды математических моделей.
 18. Требования, предъявляемые к факторам.
 19. Предпосылки выбора модели.
 20. Допущения относительно свойств модели.
 21. Требования, предъявляемые к модели.
 22. Регрессионный анализ. Уравнение регрессии.
 23. Приемы построения матриц планирования эксперимента.
 24. Отсев грубых погрешностей.
 25. Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента
- 2².
26. Преимущества и недостатки статистического моделирования.
 28. Ортогональные планы первого порядка.
 29. Оценка ошибки эксперимента.
 30. Классификация экспериментальных планов.
 31. Критерии, характеризующие взаимонезависимость и точность оценок параметров.
 32. Критерии, связанные с ошибкой оценки модели.
 33. Метод экспертных оценок.
 34. Насыщенные дробные факторные планы.
 35. Насыщенные экспериментальные планы Плакетта-Бермана.
 36. Метод случайного баланса.
 37. Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ).
 38. Выбор основного уровня фактора.

39. Выбор интервалов варьирования факторов.
40. Расчет коэффициентов регрессионной модели.
41. Проверка значимости коэффициентов модели.
42. Свойства матриц ПФЭ. Условие нормировки.
43. Свойства матриц ПФЭ. Симметричность.
44. Свойства матриц ПФЭ. Ортогональность.
45. Свойства матриц ПФЭ. Ротатабельность.
46. Дробные реплики.
47. Правило минимизации числа опытов.
48. Генерирующее отношение.
49. Определяющий контраст.
50. Поиск оптимальных условий эксперимента. Метод Гаусса-Зейделя.
51. Поиск оптимальных условий эксперимента. Метод крутого восхождения.
52. Методика построения центрального композиционного плана.
53. Преимущества центрального композиционного планирования.
54. Ротатабельное планирование второго порядка.
55. Преимущества ротатабельного планирования.
56. Латинские квадраты.
57. Таблица однофакторного дисперсионного анализа.
58. Проверка случайности выборки. Способ длины и числа серий.
59. Рандомизированное полноблочное планирование.
60. Проверка случайности выборки. Способ последовательных разностей.
61. Модель постоянных эффектов.
62. Модель случайных эффектов.
63. Допущения, лежащие в основе дисперсионного анализа.
64. Понятие «чистой» ошибки эксперимента.
65. Проверка адекватности модели.

Примеры экзаменационных билетов
(в качестве примера приведены восемь билетов из двадцати пяти)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Программа бакалавриата (профиль): Управление качеством на производстве
Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Планирование и организация эксперимента»
Экзамен, 7 семестр, 2020/21 уч. год

БИЛЕТ № 1

1. Факторные эксперименты.
2. Расчет коэффициентов модели.

Заведующий кафедрой:

/ О.Б. Бавыкин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Программа бакалавриата (профиль): Управление качеством на производстве
Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Планирование и организация эксперимента»
Экзамен, 7 семестр, 2020/21 уч. год

БИЛЕТ № 2

1. Основные принципы планирования эксперимента.
2. Проверка качества подбора модели.

Заведующий кафедрой:

/ О.Б. Бавыкин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Программа бакалавриата (профиль): Управление качеством на производстве
Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Планирование и организация эксперимента»
Экзамен, 7 семестр, 2020/21 уч. год

БИЛЕТ № 3

1. Расчет коэффициентов регрессии.
2. Проверка гипотезы случайности выборки.

Заведующий кафедрой:

/ О.Б. Бавыкин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Программа бакалавриата (профиль): Управление качеством на производстве
Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Планирование и организация эксперимента»
Экзамен, 7 семестр, 2020/21 уч. год

БИЛЕТ № 4

1. Дробный факторный эксперимент
2. Латинские квадраты

Заведующий кафедрой:

/ О.Б. Бавыкин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Программа бакалавриата (профиль): Управление качеством на производстве
Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Планирование и организация эксперимента»
Экзамен, 7 семестр, 2020/21 уч. год

БИЛЕТ № 5

1. Методика сбора и оценки статистических данных.
2. Рандомизированное полноблочное планирование.

Заведующий кафедрой:

/ О.Б. Бавыкин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Программа бакалавриата (профиль): Управление качеством на производстве
Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Планирование и организация эксперимента»
Экзамен, 7 семестр, 2020/21 уч. год

БИЛЕТ № 6

1. Полный факторный эксперимент.
2. Модель постоянных эффектов.

Заведующий кафедрой:

/ О.Б. Бавыкин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Программа бакалавриата (профиль): Управление качеством на производстве
Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Планирование и организация эксперимента»
Экзамен, 7 семестр, 2020/21 уч. год

БИЛЕТ № 7

1. Свойства полного факторного эксперимента.
2. Модель случайных эффектов.

Заведующий кафедрой:

/ О.Б. Бавыкин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Программа бакалавриата (профиль): Управление качеством на производстве
Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Планирование и организация эксперимента»
Экзамен, 7 семестр, 2020/21 уч. год

БИЛЕТ № 8

1. Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента
2. Метод Гаусса-Зейделя

Заведующий кафедрой:

/ О.Б. Бавыкин /

Перечень вопросов на экзамен

Вопросы	Код компетенции
Интегральная функция закона нормального распределения и ее свойства	ОПК-7
Алгоритм построения регрессионной модели технологической операции	ОПК-7
Основные принципы планирования эксперимента	ОПК-7
Оценка адекватности модели	ОПК-7
Дробный факторный эксперимент	ОПК-7
Методика сбора и оценки статистических данных	ОПК-7
Выбор интервалов варьирования факторов	ОПК-7
Полный факторный эксперимент	ОПК-7
Преимущества факторных экспериментов	ОПК-7
Основные этапы проведения эксперимента	ОПК-7
Дифференциальная функция закона нормального распределения и ее свойства	ОПК-7
Средства измерения качества продукции машиностроения	ОПК-7
Определение объема выборки	ОПК-7
Методика построения эмпирической кривой распределения	ОПК-7
Проверка гипотезы случайности выборки	ОПК-7
Приемы построения матриц планирования эксперимента	ОПК-7
Отсев грубых погрешностей	ОПК-7
Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента 2^2	ОПК-7
Преимущества и недостатки статистического моделирования	ОПК-7
Проверка гипотез при использовании простой линейной регрессии	ОПК-7
Центральные композиционные планы	ОПК-7
Ротатабельное планирование второго порядка	ОПК-7
Построение доверительного интервала для математического ожидания и дисперсии	ОПК-7
Разложения, основанные на нормальном распределении	ОПК-7
Нормализация случайной величин	ОПК-7

Логарифмически-нормальное распределение	ОПК-7
Меры положения. Меры рассеяния	ОПК-7
Точечные оценки математического ожидания	ОПК-7
Точечные оценки дисперсии	ОПК-7
Статистические оценки: состоятельные, смещенные (несмещенные), эффективные	ОПК-7
Ошибки первого и второго рода.	ОПК-7
Проверка гипотезы нормальности распределения	ОПК-7
Регрессионный анализ. Уравнение регрессии. Расчет коэффициентов регрессии. Проверка значимости коэффициентов регрессии	ОПК-7
Полный факторный эксперимент	ОПК-7
Рандомизированное полноблочное планирование	ОПК-7
Способы построения обобщенного отклика	ОПК-7
Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента 2^3	ОПК-7
Выделение существенных факторов	ОПК-7
Исследование математической модели. Анализ остатков	ОПК-7
Критерии оптимальности планов	ОПК-7
Способы поиска оптимума функции	ОПК-7
Проверка адекватности модели	ОПК-7
Принципы принятия решений	ОПК-7
Активный и пассивный эксперимент	ОПК-7
Вероятностные характеристики случайной величины	ОПК-7
Алгоритм анализа точности формирования размеров	ОПК-7
Интерпретация результатов моделирования	ОПК-7

Примерный перечень тем реферата

Статистическое моделирование – основа непрерывного улучшения качества продукции (ОПК-7)

Основные принципы планирования эксперимента (ОПК-7)

Основные этапы моделирования технологических систем (ОПК-7)

Тактическое планирование (ОПК-7)

Преимущества факторных экспериментов (ОПК-7)

Проверка статистических гипотез (ОПК-7)

Теоретические основы использования статистических методов в инженерной практике (ОПК-7)

Регрессионный анализ как инструмент построения математической модели процесса (ОПК-7)

Оценивание недостающих данных (ОПК-7)

Чувствительность математических моделей (ОПК-7)

Моделирование показателей точности технологического процесса (ОПК-7)

Методика проверки адекватности модели (ОПК-7)

Критерии оптимальности планов (ОПК-7)

Неполноблочные планы (ОПК-7)

Использование рандомизированного полноблочного планирования в инженерной практике (ОПК-7)

Ротатабельное планирование второго порядка (ОПК-7)

Центральные композиционные планы (ОПК-7)

Анализ факторных планов (ОПК-7)

Методология поверхности отклика второго порядка (ОПК-7)

Практические (семинарские) занятия

№ ^п / _п	Раздел дисциплины	Методическое обеспечение занятий	Количество часов
Седьмой семестр			
1	Вводное практическое занятие. Методология решения задач оптимизации	Информирование студентов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках ее проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля. Обзор тем практических занятий. Регрессионные математические модели в автотракторостроении. Учебное пособие №3049	2
2	Обобщенный параметр оптимизации	Натуральные, преобразованные и преобразованные отклики. Обобщенная функция желательности. Примеры формирования обобщенного параметра оптимизации	2
3	Построение регрессионной модели эксперимента	Алгоритм построения модели. Оценка случайности выборки. Эффекты взаимодействия факторов. Виды математических моделей. Регрессионные математические модели в автотракторостроении. Проверка гипотез о законе распределения. Критерий Пирсона. МУ № 2693	2
4	Методы расчета коэффициентов регрессии модели	Расчет коэффициентов модели при линейных эффектах и эффектах взаимодействия. Расчет нулевого члена модели. Расчет коэффициентов модели методом Йетса. Примеры расчета коэффициентов модели. Учебное пособие №3049	2
5	Анализ принятых решений при минимизации числа опытов	Выбор полуреплик. Раздельные и смешанные оценки коэффициентов регрессии. Проверка матриц, предлагаемых взамен полного факторного эксперимента. Примеры выбора полуреплик. Учебное пособие №3049	2

6	Дробные реплики	Условное обозначение дробных реплик. Генерирующее соотношение и определяющие контрасты. Реплики большой дробности Примеры построения дробных реплик факторного эксперимента. Учебное пособие №3049	2
7	Построение регрессионной математической модели процесса. Изучение информации об объекте исследования	Объект исследования – операция хонингования отверстия. Кинематическая схема процесса. Выходные параметры процесса. Режущий инструмент. Область применения.	2
8	Определение исходной информации для моделирования процесса	Выбор теоретической зависимости входных и выходных параметров процесса. Определение возмущающих факторов. Выбор интервалов варьирования. Исходные данные для решения задачи	2
9	Организация эксперимента и анализ уравнения регрессии	Составление матрицы планирования эксперимента. Расчет коэффициентов регрессии. Оценка значимости коэффициентов регрессии. Построение доверительных интервалов МУ № 2705	2
10	Проверка адекватности математической модели	Расчет дисперсии воспроизводимости. Расчет дисперсии адекватности. Выбор уровня значимости и определение числа степеней свободы. Учебное пособие №3049.	2
11	Решение задачи рандомизированного полноблочного планирования	Пример задачи рандомизированного полноблочного планирования. Кодирование исходных данных. Заполнение таблицы дисперсионного анализа. Выбор уровня значимости и проверка выдвинутых гипотез. Учебное пособие №3049	2
12	Исследование уравнения регрессии	Исходные данные для решения задачи. Понятие «чистой» ошибки и ошибки неадекватности. Заполнение таблицы дисперсионного анализа. Проверка выдвинутых гипотез.	2

13	Оценивание недостающих данных	Исходные данные для решения задачи. Рандомизированный полноблочный план с одним недостающим данным. Приближенный дисперсионный анализ для рандомизированного полноблочный план с одним недостающим данным.	2
14	Латинские квадраты	Исходные данные для решения задачи. Форма записи. Статистическая модель. Таблица дисперсионного анализа.	2
15	Сбалансированные неполноблочные планы	Исходные данные для решения задачи. Статистический анализ. Таблица дисперсионного анализа.	2
16	Ортогональные планы второго порядка	Методика построения ортогонального центрального композиционного плана второго порядка. Построение матрицы планирования. Расчет коэффициентов регрессии. Учебное пособие №3049	2
17	Ротатабельные планы второго порядка	Данные для построения матриц плана. Матрица ротатабельного равномер-плана. Расчет коэффициентов модели. Учебное пособие №3049	2
18	Обзорное занятие по практическим работам	Актуальность методов планирования эксперимента и примеры решения инженерных задач	2

Приложение В

Перечень оценочных средств по дисциплине «Планирование и организация эксперимента»

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Отчеты по практическим работам	Средство проверки знаний и умений, необходимых для решения расчетных задач	Темы практических работ представлены в приложении Б. Шкала оценивания и процедура применения в п. 6 РП
2	Контрольные вопросы	Средство контроля знаний, получаемых в ходе освоения дисциплины	Контрольные вопросы, представленные в приложении Б ФОС
3	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа рассматриваемой темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Примерные темы рефератов представлены в приложении Б ФОС
4	Примеры экзаменационных билетов	Средство проверки знаний, умений навыков	Примеры экзаменационных билетов представлены в приложении Б ФОС

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
«Планирование и организация эксперимента»
Прием 2021**

1. Цели и задачи дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» следует отнести:

- приобретение студентами, обучающимися по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством», знаний, умений и навыков, позволяющих осуществлять профессиональную производственно-технологическую деятельность.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» следует отнести:

- статистическое управление технологическими операциями и процессами с использованием современных технологий проведения научных исследований;

- организация и планирование научно-исследовательских работ на базе математических методов теории планирования эксперимента;

- формирование планов эксперимента и обработка полученных результатов, используя методы статистической обработки информации;

- построение статистических моделей управления качеством, позволяющих исследовать стабильность достижения формируемых параметров качества изделий;

- управление технологическими процессами на основе статистического анализа процессов формирования параметров качества изделий;

- проведение мониторинга процесса формирования рассматриваемого параметра качества, анализ причин возникновения брака и участие в разработке технико-технологических мероприятий по его устранению и предупреждению;

- формирование умений и навыков по данному направлению;

- участие в проведении практических занятий.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством» и профилю «Управление качеством на производстве» для очной формы обучения.

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

В обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- математический анализ;

- теория вероятностей и математическая статистика;

- всеобщее управление качеством;

- статистические методы в управлении качеством

машиностроительной продукции.

В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- квалиметрия;
- средства и методы управления качеством;
- метрология;
- организация и технология испытаний.

В вариативной части дисциплин по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- влияние технологических процессов на качество продукции;
- технологическое обеспечение качества;
- основы стандартизации и технического регулирования;
- технология разработки стандартов и нормативной документации;
- основы оптимизации параметров объектов стандартизации;
- основы теории систем, системного анализа и технологии системного моделирования.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» студенты должны:

ЗНАТЬ:

- методологию статистического управления качеством технологических операций и процессов на основе использования математического аппарата регрессионного анализа;

- алгоритм решения задач параметрической оптимизации технологических операций и процессов;

- роль теории планирования экспериментальных исследований в повышении эффективности машиностроительного производства;

- основы теоретико-вероятностного математического аппарата;

- принципы принятия решений;

- принципы оптимизации и систему организации мероприятий по улучшению качества продукции;

- методологию построения обобщенных вариантов решения проблемы и анализа этих вариантов;

УМЕТЬ:

- проводить контроль процесса формирования параметров качества;

- прогнозировать причины возникновения брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;

- применять математический аппарат теории планирования эксперимента при проведении научных исследований и управления качеством продукции машиностроения;

- обосновывать целесообразность решения вопросов повышения качества продукции на базе использования факторных экспериментальных исследований;

- формулировать рекомендации по практическому использованию результатов исследований;

- использовать методы регрессионного анализа при решении инженерных задач;

ВЛАДЕТЬ:

-методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических операций и процессов, используя математический аппарат теории планирования эксперимента;

-методами проведения обследования действующих машиностроительных производств и оценки их уровня;

-методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля;

-методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем;

- средствами измерения и контроля качества продукции машиностроения;

- методами проведения однофакторных и многофакторных экспериментов с последующей подготовкой рекомендаций по совершенствованию процесса изготовления деталей машин;

- методами и средства проведения факторных экспериментальных исследования для обеспечения эффективного функционирования технологических систем;

- навыками организации и проведения факторных экспериментов по заданным методикам.

4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
Общая трудоемкость по учебному плану	144 (4з.е.)	144
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия		
Самостоятельная работа	72	72
Курсовая работа		
Курсовой проект		
Вид промежуточной аттестации		экзамен