

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.03.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

15.03.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

направленность (профиль)/специализация

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 4 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 8 | Итого |
|--|-------|-------|
| Форма контроля | зачет | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 32 | 32 |
| Лабораторные | | |
| Практические | 32 | 32 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | | |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,25 |
| Контактная работа | 64,25 | 64,25 |
| Самостоятельная работа | 79,75 | 79,75 |
| Контроль | | |
| Итого | 144 | 144 |

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры ОиТМП, доцент, к.т.н., Гуляев В.А.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Срок действия рабочей программы дисциплины до « 31 » августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – обеспечение конструкторско-технической подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств основам научных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика», «Технология машиностроения», «Специальные технологии в машиностроении».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Проектирование машиностроительного производства», «Технология физико-технической обработки материалов», для выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-2: способность использовать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий | | Знать: - методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств готовых машиностроительных изделий; - методы определения технологических показателей материалов; - стандартные методы проектирования изделий; - прогрессивные методы эксплуатации изделий. |
| | | Уметь: - определять физико-механические свойства готовых машиностроительных изделий; - определять технологические показатели материалов и готовых машиностроительных изделий; - проектировать технологические процессы изготовления изделий; - пользоваться прогрессивными методами эксплуатации изделий. |
| | | Владеть: - методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств готовых машиностроительных изделий; - методами определения |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|--|--|
| | | технологических показателей материалов; - стандартными методами проектирования изделий; - прогрессивными методами эксплуатации изделий. |
| ПК-10: способность к пополнению знаний за счет научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки, эксплуатации, автомобилизации и реорганизации машиностроительных производств | | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки машиностроительных производств; - научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области эксплуатации машиностроительных производств; - научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области реорганизации машиностроительных производств; - научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области автомобилизации машиностроительных производств; - виды исследований: литературные, теоретические и экспериментальные. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пополнять знания за счет научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки машиностроительных производств; - пополнять знания за счет научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области эксплуатации машиностроительных производств; - пополнять знания за счет научно- |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|---|
| | | <p>технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области реорганизации машиностроительных производств;</p> <p>- пополнять знания за счет научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области автомобилизации машиностроительных производств;</p> <p>- проводить литературные и теоретические исследования по заданной тематике.</p> <p>Владеть:</p> <p>- научно-технической информацией отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки машиностроительных производств;</p> <p>- научно-технической информацией отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области эксплуатации машиностроительных производств;</p> <p>- научно-технической информацией отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области реорганизации машиностроительных производств;</p> <p>- научно-технической информацией отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области автомобилизации машиностроительных производств;</p> <p>- методикой проведения литературно-патентных и теоретических исследований.</p> |

4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1. Совершенствование технологических процессов с использованием результатов научных исследований | Лек. | История развития науки | 8 | 3 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Ср. | История развития науки | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Пр. | Совершенствование токарной операции. Первый этап - описание лимитирующего показателя. Анализ ситуации. Формулирование научных целей и задач | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Совершенствование токарной операции. Первый этап - описание лимитирующего показателя. Анализ ситуации. Формулирование научных целей и задач | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Пр. | Совершенствование токарной операции. Второй этап - поиск информации. Разработка обобщённого технического решения | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Совершенствование токарной операции. Второй этап - поиск информации. Разработка обобщённого технического решения | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Пр. | Совершенствование токарной операции. Третий этап - выбор конкретного технического решения. Формулирование исходной гипотезы | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Совершенствование токарной операции. Третий этап - выбор конкретного технического решения. Формулирование исходной гипотезы | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Пр. | Совершенствование токарной операции. Четвёртый этап - подготовка исследований. Проведение | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Совершенствование токарной операции. Четвёртый этап - подготовка исследований. Проведение | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Пр. | Совершенствование токарной операции. Пятый этап - обработка результатов исследований | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Совершенствование токарной операции. Пятый этап - обработка результатов исследований | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Пр. | Совершенствование токарной операции. Шестой этап - Формулирование выводов и предложений по внедрению | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Совершенствование токарной операции. Шестой этап - Формулирование выводов и предложений по внедрению | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| Модуль 2. Проведение и обработка результатов научных | Лек. | Экспериментальные исследования. Лабораторный и производственный эксперимент. Теоретические исследования. Литературно-патентные исследования | 8 | 3 | - | - | Вопросы к зачету |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| исследований | Ср. | Экспериментальные исследования. Лабораторный и производственный эксперимент. Теоретические исследования. Литературно -патентные исследования | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Лек. | Однофакторный эксперимент. Диапазон варьирования. Интервал. Доверительный интервал. Выборочный | 8 | 3 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Ср. | Однофакторный эксперимент. Диапазон варьирования. Интервал. Доверительный интервал. Выборочный | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Лек. | Многофакторный эксперимент. Полный и частичный эксперимент. Математическое планирование многофакторного эксперимента. Обезразмеривание величин | 8 | 3 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Ср. | Многофакторный эксперимент. Полный и частичный эксперимент. Математическое планирование многофакторного эксперимента. Обезразмеривание величин | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Лек. | Дробные реплики. Характеристики дробных реплик. Насыщенный опыт, | 8 | 4 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Ср. | Дробные реплики. Характеристики дробных реплик. Насыщенный опыт, | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Лек. | Композиционный план трёхфакторного эксперимента Бокса-Уилсона. | 8 | 4 | - | - | Вопросы к зачету |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Ср. | Композиционный план трёхфакторного эксперимента Бокса-Уилсона. | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Пр. | Организация и планирование эксперимента. Формулирование научных целей и задач. Выбор модели. Определение измеряемых параметров. Виртуальный эксперимент | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Организация и планирование эксперимента. Формулирование научных целей и задач. Выбор модели. Определение измеряемых параметров. Виртуальный эксперимент | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Лек. | Техническое оснащение экспериментов. Измерение неэлектрических и электрических величин. Стандартные приборы. Общие сведения о преобразователях. Принцип работы и применение: пьезоэлектрические преобразователи, пневмоэлектродные датчики, тензорезисторы, индуктивные датчики, токовых датчики | 8 | 3 | - | - | Вопросы к зачету |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Ср. | Техническое оснащение экспериментов. Измерение неэлектрических и электрических величин. Стандартные приборы. Общие сведения о преобразователях. Принцип работы и применение: пьезоэлектрические преобразователи, пневмоэлектродатчики, тензорезисторы, индуктивные датчики, токовых датчики | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| Модуль 3. Средства технологического оснащения при проведении экспериментов | Лек. | Приборы для исследования теплофизических явлений: термометры, термопары, пирометры | 8 | 3 | -- | - | Вопросы к зачету |
| | Ср. | Приборы для исследования теплофизических явлений: термометры, термопары, пирометры | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Лек. | Применение ЭВМ при проведении экспериментов. Научные приборы, совместимые с ЭВМ. Автоматическая регистрация результатов экспериментов. Виртуальный эксперимент | 8 | 3 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Ср. | Применение ЭВМ при проведении экспериментов. Научные приборы, совместимые с ЭВМ. Автоматическая регистрация результатов экспериментов. Виртуальный эксперимент | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Пр. | Обработка по критерию Стьюдента. Таблица значений критерия Стьюдента. Критерий грубых ошибок. Таблица допустимых значений. Доверительный интервал. Обратная задача по определению достаточного числа | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Обработка по критерию Стьюдента. Таблица значений критерия Стьюдента. Критерий грубых ошибок. Таблица допустимых значений. Доверительный интервал. Обратная задача по определению достаточного числа | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Пр. | Корреляция теории и экспериментальных данных. Критерий Фишера. Определение корреляции расчетной и экспериментальной величины. Линейная экспресс оценка корреляции теоретических и экспериментальных результатов | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Корреляция теории и экспериментальных данных. Критерий Фишера. Определение корреляции расчетной и экспериментальной величины. Линейная экспресс оценка корреляции теоретических и экспериментальных результатов | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Пр. | Аппроксимация результатов экспериментов с целью получения эмпирических зависимостей. Метод наименьших квадратов. Комбинированная экспоненциально-степенная зависимость - функция Грановского | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Аппроксимация результатов экспериментов с целью получения эмпирических зависимостей. Метод наименьших квадратов. Комбинированная экспоненциально-степенная зависимость - функция Грановского | 8 | 7 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Пр. | Описание результатов экспериментов с помощью полиномов | 8 | 6 | - | - | Отчет в электронном виде |
| | Ср. | Описание результатов экспериментов с помощью полиномов | 8 | 8 | - | - | Вопросы к зачету |
| | Лек. | Разработка обобщенного технического решения. Поиск информации. Выбор конкретного технического решения. Формулирование исходной гипотезы. Проверка исходной гипотезы. Анализ и объяснение результатов. Формулирование выводов и внедрение результатов | 8 | 3 | - | - | Вопросы к зачету |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|------------|-------|----------------|--|
| | Ср. | Разработка обобщенного технического решения. Поиск информации. Выбор конкретного технического решения. Формулирование исходной гипотезы. Проверка исходной гипотезы. Анализ и объяснение результатов. Формулирование выводов и внедрение результатов | 8 | 8,75 | - | - | Вопросы к зачету |
| | ПА | | 8 | 0,25 | | | |
| Итого: | | | | 144 | | | |

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используется технология традиционного обучения (лекции, практические работы, самостоятельная работа студента).

Ведущей деятельностью в процессе обучения является учебная деятельность студентов, характеризующаяся действующей системой познавательных процессов, начиная с восприятия информации и заканчивая сложнейшими творческими процессами, способностями общего и частного характера, эмоциональными явлениями, которые мотивируют многие системы учебных действий, а так же общими и частными мотивациями.

6. Методические указания по освоению дисциплины

К особенностям обучения дисциплине «Основы научных исследований» можно отнести среднюю наполняемость учебной группы и, соответственно, постоянное взаимодействие между студентами и преподавателями, а так же максимальную приближенность языкового материала к профессиональной деятельности, что выражается в моделировании профессиональных ситуаций.

Подготовка к практическим занятиям заключается в работе с конспектом лекций по данной теме, в изучении соответствующего раздела учебника или учебно-методического пособия, в просмотре дополнительной литературы. Практические работы выполняются в аудитории. Отчеты с выполненных практических работ подготавливаются и заполняются студентом самостоятельно.

Цель практических работ: закрепить приобретённые на лекциях теоретические знания. Для проведения практических работ используются:

- методические рекомендации по выполнению практических работ для студентов всех форм обучения;
- электронно-вычислительные машины (персональные компьютеры).

Промежуточный контроль знаний студентов проводится на основании проведения контрольных опросов при защите практических работ.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|--|--|
| 8 | ПК-2 | Практические работы № 1 Вопросы к зачету № 1-25 |
| 8 | ПК-2, ПК-10 | Практические работы №№ 1-2 Вопросы к экзамену № 26-52 |

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект практических работ

(наименование оценочного средства)

Практическое задание №1. «Совершенствование операции»

1. Цель занятия: Формирование навыка проведения литературно-патентного исследования.

2. Алгоритм выполнения практического задания

Изучить предложенный теоретический материал.

Согласно варианту провести литературно-патентное исследование механической операции.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в требуемом формате.

| № варианта | Объект исследования |
|---------------|--|
| 1 | Совершенствование сверлильной операции |
| 2 | Совершенствование расточной операции |
| 3 | Совершенствование шлифовальной операции |
| 4 | Совершенствование фрезерной операции |
| 5 | Совершенствование зубофрезерной операции |
| 6 | Совершенствование внутришлифовальной операции |
| 7 | Совершенствование протяжной операции |
| 8 | Совершенствование плоскошлифовальной операции |
| 9 | Совершенствование токарной операции |
| 10 | Совершенствование торцекруглошлифовальной операции |
| 11 | Совершенствование хонинговальной операции |
| 12 | Совершенствование полировальной операции |
| 13 | Совершенствование термической операции |
| 14 | Совершенствование зубострогальной операции |
| 15 | Совершенствование шевенговальной операции |
| 16 | Совершенствование сверлильной операции |
| 17 | Совершенствование расточной операции |
| 18 | Совершенствование шлифовальной операции |
| 19 | Совершенствование фрезерной операции |
| 20 | Совершенствование зубофрезерной операции |

| | |
|----|--|
| 21 | Совершенствование внутришлифовальной операции |
| 22 | Совершенствование протяжной операции |
| 23 | Совершенствование плоскошлифовальной операции |
| 24 | Совершенствование токарной операции |
| 25 | Совершенствование торцекруглошлифовальной операции |
| 26 | Совершенствование хонинговальной операции |
| 27 | Совершенствование полировальной операции |
| 28 | Совершенствование термической операции |
| 29 | Совершенствование зубострогальной операции |
| 30 | Совершенствование шевенговальной операции |

Практическое задание №2. «Обработка результатов экспериментальных исследований».

1. Цель занятия: Формирование навыка обработки экспериментальных исследований.

2. Алгоритм выполнения практического задания

Изучить предложенный теоретический материал.

Согласно варианту провести литературно-патентное исследование механической операции.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в требуемом формате.

Вариант №1

1.Найти доверительный интервал подачи при продольном точении вала диаметром 36мм (провели 6 опытов).

| N | S, мм/о б |
|---|-----------------|
| 1 | 0,8 |
| 2 | 1,2 |
| 3 | 1,0 |
| 4 | 0,4 |
| 5 | 1,4 |
| 6 | 0,6 |

2.Вследствие эксперимента измерили момент силы трения. Обработать результаты по критерию грубых ошибок.

| n | W, Н·м |
|---|-----------|
| 1 | 24,2 |
| 2 | 14,5 |
| 3 | 21,6 |
| 4 | 22,9 |
| 5 | 23,1 |
| 6 | 30,2 |

3.Проведенные экспериментальные исследования описываются следующей экспоненциальной зависимостью:

$$U=C \cdot e^{mx}$$

$$N=4$$

$$C, m - ?$$

| N | U | x |
|---|---|---|
|---|---|---|

| | | |
|---|------|------|
| 1 | 2,41 | 0,12 |
| 2 | 3,29 | 0,09 |
| 3 | 2,63 | 0,17 |
| 4 | 2,97 | 0,06 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №2

1.Определить доверительный интервал стойкости резца при обработке стали 45, подаче $S=0,2\text{мм/об}$ и глубине резания $t=1,5\text{мм}$

Стойкость резца $T=60,2\text{мин}$; $n=13$; $S_i=10,3\text{мин}$

2.При испытании типового узла вал-втулка исследуется нагрузка на образцы. Получены следующие зависимости:

$p=f(W)$ – практическая

$P=f(W)$ – теоретическая

| i | j | P_{ij}, H | P_{ij}, H |
|---|---|-------------|-------------|
| 1 | 1 | 512,98 | 512,99 |
| | 2 | 513,21 | |
| | 3 | 512,82 | |
| 2 | 1 | 511,83 | 511,80 |
| | 2 | 511,75 | |
| | 3 | 511,96 | |
| 3 | 1 | 512,52 | 512,61 |
| | 2 | 512,75 | |
| | 3 | 512,50 | |
| 4 | 1 | 512,87 | 513,00 |
| | 2 | 513,19 | |
| | 3 | 513,04 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3.Исследуется влияние глубины шлифования на силу P_z . Количество уровней $N=6$

$P_z=C \cdot t^m$

| N | P_z | t |
|---|-------|------|
| 1 | 20,36 | 0,10 |
| 2 | 21,59 | 0,25 |
| 3 | 20,68 | 0,15 |
| 4 | 19,87 | 0,09 |
| 5 | 20,71 | 0,19 |
| 6 | 21,12 | 0,22 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №3

1.При литье сплава Al-Si проведено 8 опытов. Определить доверительный интервал максимальной склонности к горячим трещинам.

| N | C, % | N | C, % |
|---|------|---|------|
| 1 | 0.80 | 5 | 0.85 |
| 2 | 0.99 | 6 | 1.14 |
| 3 | 0.82 | 7 | 1.00 |
| 4 | 1.20 | 8 | 0.93 |

2.Выполнить исследования шероховатости поверхностного слоя детали из стали 45 после шлифования по критерию грубых ошибок

| n | $Ra, \mu\text{м}$ |
|---|-------------------|
| 1 | 0,08 |
| 2 | 0,32 |

| | |
|---|------|
| 3 | 0,25 |
| 4 | 0,32 |
| 5 | 0,08 |
| 6 | 0,63 |
| 7 | 1,25 |
| 8 | 0,25 |
| 9 | 0,63 |

3. Алмазное выглаживание роликов из стали ШХ15 (HRC₃ 63–64). Исследование влияния скорости и подачи на шероховатость.

$$N = 2^2 R_a = f(V; S)$$

$$20 \text{ м/мин} \leq V \leq 40 \text{ м/мин}$$

$$0,052 \text{ мм/об} \leq S \leq 0,08 \text{ мм/об}$$

| N | X ₁ | X ₂ | X ₁ ·X ₂ | Y |
|---|----------------|----------------|--------------------------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,5 |
| 2 | - | + | - | 0,63 |
| 3 | + | - | - | 0,55 |
| 4 | - | - | + | 0,60 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №4

1. Измерить доверительный интервал наружного диаметра вала с эвольвентными шлицами. Проведено 13 опытов, среднее значение диаметра составляет 120,03 мм, среднеквадратичное отклонение 0,93.

2. Проводились испытания тормозов при скоростях скольжения $V_{\text{ск. max}} = 120 \text{ м/с}$, давлениях 2,5 Мпа. Исследовали температуру на поверхности трения. Получены следующие зависимости:

$t = f(W)$ – практическая

$T = f(W)$ – теоретическая

| I | j | t _{ij} , °C | T _{ij} , °C |
|---|---|----------------------|----------------------|
| 1 | 1 | 1010 | 1123,01 |
| | 2 | 1200 | |
| | 3 | 1156 | |
| 2 | 1 | 1250 | 1130,94 |
| | 2 | 1125 | |
| | 3 | 1021 | |
| 3 | 1 | 1500 | 1352,00 |
| | 2 | 1307 | |
| | 3 | 1250 | |
| 4 | 1 | 1482 | 1352,37 |
| | 2 | 1324 | |
| | 3 | 1250 | |
| 5 | 1 | 1112 | 1184,03 |
| | 2 | 1344 | |
| | 3 | 1093 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3. Произвести экспресс-оценку теоретических и экспериментальных результатов (см. условие задачи №2). Сделать соответствующие выводы.

Вариант №5

1. Определить интервал варьирования и доверительный интервал диаметра вершин зубьев для косозубых валов-шестерен при $P_o = 0,9$ и $n = 6$.

| N | D, мм |
|---|--------|
| 1 | 99.030 |
| 2 | 98.971 |

| | |
|---|--------|
| 3 | 99.201 |
| 4 | 98.894 |
| 5 | 98.990 |
| 6 | 99.007 |

2.Провели прочностные испытания технического алюминия (расчет выполнить по критерию грубых ошибок с доверительной вероятностью 0,9).

| N | σ_B | n | σ_B |
|---|------------|----|------------|
| 1 | 112 | 7 | 131 |
| 2 | 98 | 8 | 145 |
| 3 | 125 | 9 | 129 |
| 4 | 106 | 10 | 93 |
| 5 | 60 | 11 | 137 |
| 6 | 119 | 12 | 113 |

3.Чистовое точение жестких валов диаметром $d=40\text{мм}$ из стали 45 резцами из сплава Т15К6. Исследование влияния глубины и скорости резания на стойкость инструмента.

$$N=2^2 \quad T=f(t;V)$$

$$60\text{м/мин} \leq V \leq 80\text{м/мин}$$

$$0,1\text{мм} \leq t \leq 1\text{мм}$$

| N | X_1 | X_2 | $X_1 \cdot X_2$ | Y |
|---|-------|-------|-----------------|-------|
| 1 | + | + | + | 59,56 |
| 2 | - | + | - | 60,01 |
| 3 | + | - | - | 58,42 |
| 4 | - | - | + | 62,38 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №6

1. Измеряли твердость поверхностного слоя при азотировании на глубине 0,1-0,4мм. Определить доверительный интервал твердости, если вероятность попадания равна 0,9; $n=17$; HB_{cp} 730, а среднеквадратичное отклонение равно 7,24.

2.При гибке проволоки диаметром 6мм из стали X20H80 получены практическая и теоретическая зависимости радиусагиба $r=f(W)$ и $R=f(W)$ соответственно. Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

| I | J | $r_{ij}, \text{мм}$ | $R_{ij}, \text{мм}$ |
|---|---|---------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 18,23 | 18,09 |
| | 2 | 17,97 | |
| | 3 | 18,04 | |
| | 4 | 18,21 | |
| 2 | 1 | 18,30 | 18,14 |
| | 2 | 18,09 | |
| | 3 | 18,52 | |
| | 4 | 18,00 | |
| 3 | 1 | 18,00 | 18,25 |
| | 2 | 17,99 | |
| | 3 | 18,75 | |
| | 4 | 18,46 | |

3.Торцовое фрезерование плоских поверхностей. Исследование влияния скорости и глубины резания на шероховатость.

$$N=2^2 R_a=f(V;t)$$

$$20\text{м/мин} \leq V \leq 40\text{м/мин}$$

$$0,5\text{мм} \leq t \leq 1,5\text{мм}$$

| N | X_1 | X_2 | $X_1 \cdot X_2$ | Y |
|---|-------|-------|-----------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,25 |

| | | | | |
|---|---|---|---|------|
| 2 | - | + | - | 0,4 |
| 3 | + | - | - | 0,5 |
| 4 | - | - | + | 0,32 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №7

1. Определить доверительный интервал глубины цементированного слоя:

| n | H, мм |
|---|-------|
| 1 | 0,315 |
| 2 | 0,364 |
| 3 | 0,272 |
| 4 | 0,436 |
| 5 | 0,532 |
| 6 | 0,301 |
| 7 | 0,245 |
| 8 | 0,570 |
| 9 | 0,497 |

2. Выполнить исследование твердости бронзы по критерию грубых ошибок с доверительной вероятностью 0,95.

| N | HB | n | HB |
|---|-----|----|-----|
| 1 | 151 | 8 | 148 |
| 2 | 179 | 9 | 167 |
| 3 | 169 | 10 | 104 |
| 4 | 200 | 11 | 156 |
| 5 | 141 | 12 | 173 |
| 6 | 162 | 13 | 153 |
| 7 | 157 | 14 | 174 |

3. Проведенные экспериментальные исследования описываются следующей экспоненциальной зависимостью:

$$U = C \cdot e^{mx}$$

$$N = 6$$

$$C, m - ?$$

| N | U | x |
|---|------|------|
| 1 | 2,41 | 0,12 |
| 2 | 3,29 | 0,09 |
| 3 | 2,63 | 0,17 |
| 4 | 2,97 | 0,06 |
| 5 | 2,85 | 0,10 |
| 6 | 3,12 | 0,14 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №8

1. При шлифовании стали 20X, проводили измерения качества поверхностного слоя. Найти среднеквадратичное отклонение и доверительный интервал, если:

| n | Ra, мкм | n | Ra, мкм |
|---|---------|----|---------|
| 1 | 0,32 | 6 | 0,25 |
| 2 | 0,45 | 7 | 0,50 |
| 3 | 0,63 | 8 | 0,32 |
| 4 | 0,25 | 9 | 0,16 |
| 5 | 0,16 | 10 | 0,32 |

2. Провести исследования максимальной пористости второго компонента в сплаве Mg-Al по критерию грубых ошибок.

| n | C, % |
|---|------|
| 1 | 6,0 |
| 2 | 8,0 |
| 3 | 7,8 |
| 4 | 10,1 |
| 5 | 8,3 |
| 6 | 9,1 |
| 7 | 7,5 |
| 8 | 8,7 |

3. Получистовое и чистовое точение наружной цилиндрической поверхности. Исследование влияния скорости резания и подачи на шероховатость.

$$N = 2^2 R_a = f(V; S)$$

$$80 \text{ м/мин} \leq V \leq 200 \text{ м/мин}$$

$$0,05 \text{ мм/об} \leq S \leq 0,4 \text{ мм}$$

| N | X ₁ | X ₂ | X ₁ ·X ₂ | Y |
|---|----------------|----------------|--------------------------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,5 |
| 2 | - | + | - | 0,25 |
| 3 | + | - | - | 0,45 |
| 4 | - | - | + | 0,32 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №9

1. Определить доверительный интервал времени, которое потребуется на токарную обработку втулки.
 $T_{cp} = 14,31 \text{ мин}$; $n = 15$; $S_t = 5,142 \text{ мин}$

2. При шлифовании шпинделя исследуется температура в зоне контакта заготовки и шлифовального круга. Получены практическая и теоретическая зависимости $t = f(W)$ и $T = f(W)$ соответственно.

| i | j | t _{ij} , Н | T _{ij} , Н |
|---|---|---------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 125,4 | 125,2 |
| | 2 | 124,7 | |
| | 3 | 125,1 | |
| | 4 | 125,9 | |
| 2 | 1 | 124,8 | 125,3 |
| | 2 | 124,4 | |
| | 3 | 125,7 | |
| | 4 | 126,0 | |
| 3 | 1 | 124,1 | 124,9 |
| | 2 | 125,0 | |
| | 3 | 124,7 | |
| | 4 | 125,1 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3. Исследуется зависимость силы резания от глубины резания. Количество уровней $N = 4$
 $P_z = C \cdot t^m$

| N | P _z | t |
|---|----------------|-----|
| 1 | 10,24 | 0,8 |
| 2 | 12,01 | 1,2 |
| 3 | 9,97 | 0,5 |
| 4 | 11,39 | 1,1 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №10

1. По теоретическим данным контактные деформации в суппортах токарных станков составляют 80-90% общих перемещений. Вследствие проведения эксперимента получены след. значения (см. табл.). Определить доверительный интервал при $P_0=0,9$

| n | F, % |
|---|------|
| 1 | 90 |
| 2 | 83 |
| 3 | 95 |
| 4 | 86 |
| 5 | 89 |
| 6 | 75 |

2. Провели исследования износа отверстий в корпусе электродвигателя предназначенные под наружные кольца подшипников качения. Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

Получены практическая и теоретическая зависимости $u=f(W)$ и $U=f(W)$ соответственно.

| i | j | $u_{ij}, \text{мм}$ | $U_{ij}, \text{мм}$ |
|---|---|---------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 0,13 | 0,16 |
| | 2 | 0,20 | |
| | 3 | 0,17 | |
| 2 | 1 | 0,10 | 0,15 |
| | 2 | 0,19 | |
| | 3 | 0,15 | |
| 3 | 1 | 0,21 | 0,19 |
| | 2 | 0,23 | |
| | 3 | 0,16 | |
| 4 | 1 | 0,41 | 0,24 |
| | 2 | 0,22 | |
| | 3 | 0,10 | |

3. Произвести экспресс-оценку теоретических и экспериментальных результатов (см. условие задачи №2). Сделать соответствующие выводы.

Вариант №11

1. При литье сплава Al-Si проведено 8 опытов. Определить доверительный интервал максимальной склонности к горячим трещинам.

| N | C, % | N | C, % |
|---|------|---|------|
| 1 | 0.80 | 5 | 0.85 |
| 2 | 0.99 | 6 | 1.14 |
| 3 | 0.82 | 7 | 1.00 |
| 4 | 1.20 | 8 | 0.93 |

2. Провели прочностные испытания технического алюминия (расчет выполнить по критерию грубых ошибок с доверительной вероятностью 0,9).

| N | σ_B | n | σ_B |
|---|------------|----|------------|
| 1 | 112 | 7 | 131 |
| 2 | 98 | 8 | 145 |
| 3 | 125 | 9 | 129 |
| 4 | 106 | 10 | 93 |
| 5 | 60 | 11 | 137 |
| 6 | 119 | 12 | 113 |

3. Торцовое фрезерование плоских поверхностей. Исследование влияния скорости и глубины резания на шероховатость.

$$N=2^2 R_a=f(V;t)$$

$$20 \text{ м/мин} \leq V \leq 40 \text{ м/мин}$$

$$0,5 \text{ мм} \leq t \leq 1,5 \text{ мм}$$

| N | X ₁ | X ₂ | X ₁ ·X ₂ | Y |
|---|----------------|----------------|--------------------------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,25 |
| 2 | - | + | - | 0,4 |
| 3 | + | - | - | 0,5 |
| 4 | - | - | + | 0,32 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №12

1. Определить интервал варьирования и доверительный интервал диаметра вершин зубьев для косозубых валов-шестерен при $P_o=0,9$ и $n=6$.

| N | D, мм |
|---|--------|
| 1 | 99.030 |
| 2 | 98.971 |
| 3 | 99.201 |
| 4 | 98.894 |
| 5 | 98.990 |
| 6 | 99.007 |

2. Выполнить исследование твердости бронзы по критерию грубых ошибок с доверительной вероятностью 0,95.

| N | HB | n | HB |
|---|-----|----|-----|
| 1 | 151 | 8 | 148 |
| 2 | 179 | 9 | 167 |
| 3 | 169 | 10 | 104 |
| 4 | 200 | 11 | 156 |
| 5 | 141 | 12 | 173 |
| 6 | 162 | 13 | 153 |
| 7 | 157 | 14 | 174 |

3. Исследуется влияние глубины шлифования на силу P_z . Количество уровней $N=6$
 $P_z = C \cdot t^m$

| N | P_z | T |
|---|-------|------|
| 1 | 20,36 | 0,10 |
| 2 | 21,59 | 0,25 |
| 3 | 20,68 | 0,15 |
| 4 | 19,87 | 0,09 |
| 5 | 20,71 | 0,19 |
| 6 | 21,12 | 0,22 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №13

1. Определить доверительный интервал глубины цементированного слоя:

| n | H, мм |
|---|-------|
| 1 | 0,315 |
| 2 | 0,364 |
| 3 | 0,272 |
| 4 | 0,436 |
| 5 | 0,532 |
| 6 | 0,301 |
| 7 | 0,245 |
| 8 | 0,570 |
| 9 | 0,497 |

2. Проводились испытания тормозов при скоростях скольжения $V_{ск. max}=120$ м/с, давлениях 2,5 Мпа. Исследовали температуру на поверхности трения. Получены следующие зависимости:

$t=f(W)$ – практическая; $T=f(W)$ – теоретическая

| I | j | $t_{ij}, ^\circ C$ | $T_{ij}, ^\circ C$ |
|---|---|--------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 1010 | |

| | | | |
|---|---|------|---------|
| | 2 | 1200 | 1123,01 |
| | 3 | 1156 | |
| 2 | 1 | 1250 | 1130,94 |
| | 2 | 1125 | |
| | 3 | 1021 | |
| 3 | 1 | 1500 | 1352,00 |
| | 2 | 1307 | |
| | 3 | 1250 | |
| 4 | 1 | 1482 | 1352,37 |
| | 2 | 1324 | |
| | 3 | 1250 | |
| 5 | 1 | 1112 | 1184,03 |
| | 2 | 1344 | |
| | 3 | 1093 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3.Получистовое и чистовое точение наружной цилиндрической поверхности. Исследование влияния скорости резания и подачи на шероховатость.

$$N=2^2 R_a=f(V;S)$$

$$80\text{м/мин} \leq V \leq 200\text{м/мин}$$

$$0,05\text{мм/об} \leq S \leq 0,4\text{мм}$$

| N | X ₁ | X ₂ | X ₁ ·X ₂ | Y |
|---|----------------|----------------|--------------------------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,5 |
| 2 | - | + | - | 0,25 |
| 3 | + | - | - | 0,45 |
| 4 | - | - | + | 0,32 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №14

1.Определить доверительный интервал стойкости резца при обработке стали 45, подаче S=0,2мм/об и глубине резания t=1,5мм

$$\text{Стойкость резца } T=60,2\text{мин}; n=13; S_f=10,3\text{мин}$$

2.Провели исследования износа отверстий в корпусе электродвигателя предназначенные под наружные кольца подшипников качения. Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

Получены практическая и теоретическая зависимости $u=f(W)$ и $U=f(W)$ соответственно.

| i | j | u _{ij} ,мм | U _{ij} ,мм |
|---|---|---------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 0,13 | 0,16 |
| | 2 | 0,20 | |
| | 3 | 0,17 | |
| 2 | 1 | 0,10 | 0,15 |
| | 2 | 0,19 | |
| | 3 | 0,15 | |
| 3 | 1 | 0,21 | 0,19 |
| | 2 | 0,23 | |
| | 3 | 0,16 | |
| 4 | 1 | 0,41 | 0,24 |
| | 2 | 0,22 | |
| | 3 | 0,10 | |

3.Проведенные экспериментальные исследования описываются следующей экспоненциальной зависимостью:

$$U=C \cdot e^{mx}$$

$$N=4$$

$$C, m - ?$$

| N | U | x |
|---|------|------|
| 1 | 2,41 | 0,12 |
| 2 | 3,29 | 0,09 |
| 3 | 2,63 | 0,17 |
| 4 | 2,97 | 0,06 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №15

1.Определить доверительный интервал времени, которое потребуется на токарную обработку втулки.
 $T_{cp}=14,31\text{мин}$; $n=15$; $S_t=5.142\text{мин}$

2.Вследствие эксперимента измерили момент силы трения. Обработать результаты по критерию грубых ошибок.

| n | W, Н·м |
|---|-----------|
| 1 | 24,2 |
| 2 | 14,5 |
| 3 | 21,6 |
| 4 | 22,9 |
| 5 | 23,1 |
| 6 | 30,2 |

3.Проведенные экспериментальные исследования описываются следующей экспоненциальной зависимостью:

$$U=C \cdot e^{mx}$$

$$N=6$$

$$C, m - ?$$

| N | U | x |
|---|------|------|
| 1 | 2,41 | 0,12 |
| 2 | 3,29 | 0,09 |
| 3 | 2,63 | 0,17 |
| 4 | 2,97 | 0,06 |
| 5 | 2,85 | 0,10 |
| 6 | 3,12 | 0,14 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №16

1.Измерить доверительный интервал наружного диаметра вала с эвольвентными шлицами. Проведено 13 опытов, среднее значение диаметра составляет 120,03мм, среднеквадратичное отклонение 0,93.

2.При шлифовании шпинделя исследуется температура в зоне контакта заготовки и шлифовального круга. Получены практическая и теоретическая зависимости $t=f(W)$ и $T=f(W)$ соответственно.

| i | j | t_{ij} , Н | T_{ij} , Н |
|---|---|--------------|--------------|
| 1 | 1 | 125,4 | 125,2 |
| | 2 | 124,7 | |
| | 3 | 125,1 | |
| | 4 | 125,9 | |
| 2 | 1 | 124,8 | 125,3 |
| | 2 | 124,4 | |
| | 3 | 125,7 | |
| | 4 | 126,0 | |
| 3 | 1 | 124,1 | 124,9 |
| | 2 | 125,0 | |
| | 3 | 124,7 | |
| | 4 | 125,1 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3.Произвести экспресс-оценку теоретических и экспериментальных результатов (см. условие задачи №2). Сделать соответствующие выводы.

Вариант №17

1. При шлифовании стали 20Х, проводили измерения качества поверхностного слоя. Найти среднеквадратичное отклонение и доверительный интервал, если:

| n | Ra, мкм | n | Ra,м км |
|---|------------|----|------------|
| 1 | 0,32 | 6 | 0,25 |
| 2 | 0,45 | 7 | 0,50 |
| 3 | 0,63 | 8 | 0,32 |
| 4 | 0,25 | 9 | 0,16 |
| 5 | 0,16 | 10 | 0,32 |

2. При испытании типового узла вал-втулка исследуется нагрузка на образцы. Получены следующие зависимости:

$p=f(W)$ – практическая

$P=f(W)$ – теоретическая

| i | j | $P_{ij}, Н$ | $P_{ij}, Н$ |
|---|---|-------------|-------------|
| 1 | 1 | 512,98 | 512,99 |
| | 2 | 513,21 | |
| | 3 | 512,82 | |
| 2 | 1 | 511,83 | 511,80 |
| | 2 | 511,75 | |
| | 3 | 511,96 | |
| 3 | 1 | 512,52 | 512,61 |
| | 2 | 512,75 | |
| | 3 | 512,50 | |
| 4 | 1 | 512,87 | 513,00 |
| | 2 | 513,19 | |
| | 3 | 513,04 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3. Произвести экспресс-оценку теоретических и экспериментальных результатов (см. условие задачи №2). Сделать соответствующие выводы.

Вариант №18

1. Найти доверительный интервал подачи при продольном точении вала диаметром 36мм (провели 6 опытов).

| N | S, мм/о б |
|---|-----------------|
| 1 | 0,8 |
| 2 | 1,2 |
| 3 | 1,0 |
| 4 | 0,4 |
| 5 | 1,4 |
| 6 | 0,6 |

2. При гибке проволоки диаметром 6мм из стали Х20Н80 получены практическая и теоретическая зависимости радиуса гира $r=f(W)$ и $R=f(W)$ соответственно. Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

| I | J | $r_{ij}, мм$ | $R_{ij}, мм$ |
|---|---|--------------|--------------|
| 1 | 1 | 18,23 | 18,09 |
| | 2 | 17,97 | |
| | 3 | 18,04 | |
| | 4 | 18,21 | |
| 2 | 1 | 18,30 | |

| | | | |
|---|---|-------|-------|
| | 2 | 18,09 | 18,14 |
| | 3 | 18,52 | |
| | 4 | 18,00 | |
| 3 | 1 | 18,00 | 18,25 |
| | 2 | 17,99 | |
| | 3 | 18,75 | |
| | 4 | 18,46 | |

3. Исследуется зависимость силы резания от глубины резания. Количество уровней N=4

$$P_z = C \cdot t^m$$

| N | P_z | T |
|---|-------|-----|
| 1 | 10,24 | 0,8 |
| 2 | 12,01 | 1,2 |
| 3 | 9,97 | 0,5 |
| 4 | 11,39 | 1,1 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №19

1. По теоретическим данным контактные деформации в суппортах токарных станков составляют 80-90% общих перемещений. Вследствие проведения эксперимента получены след. значения (см. табл.). Определить доверительный интервал при $P_0=0,9$

| n | F, % |
|---|------|
| 1 | 90 |
| 2 | 83 |
| 3 | 95 |
| 4 | 86 |
| 5 | 89 |
| 6 | 75 |

2. Провести исследования максимальной пористости второго компонента в сплаве Mg-Al по критерию грубых ошибок.

| n | C, % |
|---|------|
| 1 | 6,0 |
| 2 | 8,0 |
| 3 | 7,8 |
| 4 | 10,1 |
| 5 | 8,3 |
| 6 | 9,1 |
| 7 | 7,5 |
| 8 | 8,7 |

3. Алмазное выглаживание роликов из стали ШХ15 (HRC, 63–64). Исследование влияния скорости и подачи на шероховатость.

$$N = 2^2 R_a = f(V; S)$$

$$20 \text{ м/мин} \leq V \leq 40 \text{ м/мин}$$

$$0,052 \text{ мм/об} \leq S \leq 0,08 \text{ мм/об}$$

| N | X_1 | X_2 | $X_1 \cdot X_2$ | Y |
|---|-------|-------|-----------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,5 |
| 2 | - | + | - | 0,63 |
| 3 | + | - | - | 0,55 |
| 4 | - | - | + | 0,60 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №20

1. Измеряли твердость поверхностного слоя при азотировании на глубине 0,1-0,4мм. Определить доверительный интервал твердости, если вероятность попадания равна 0,9; $n=17$; HB_{cp} 730, а среднеквадратичное отклонение равно 7,24.

2. Выполнить исследования шероховатости поверхностного слоя детали из стали 45 после шлифования по критерию грубых ошибок

| n | Ra, мкм |
|---|---------|
| 1 | 0,08 |
| 2 | 0,32 |
| 3 | 0,25 |
| 4 | 0,32 |
| 5 | 0,08 |
| 6 | 0,63 |
| 7 | 1,25 |
| 8 | 0,25 |
| 9 | 0,63 |

3. Чистовое точение жестких валов диаметром $d=40$ мм из стали 45 резцами из сплава Т15К6. Исследование влияния глубины и скорости резания на стойкость инструмента.

$$N=2^2 \quad T=f(t; V)$$

$$60 \text{ м/мин} \leq V \leq 80 \text{ м/мин}$$

$$0,1 \text{ мм} \leq t \leq 1 \text{ мм}$$

| N | X ₁ | X ₂ | X ₁ ·X ₂ | Y |
|---|----------------|----------------|--------------------------------|-------|
| 1 | + | + | + | 59,56 |
| 2 | - | + | - | 60,01 |
| 3 | + | - | - | 58,42 |
| 4 | - | - | + | 62,38 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №21

1. Измерить доверительный интервал наружного диаметра вала с эвольвентными шлицами. Проведено 13 опытов, среднее значение диаметра составляет 120,03мм, среднеквадратичное отклонение 0,93.

2. Вследствие эксперимента измерили момент силы трения. Обработать результаты по критерию грубых ошибок.

| n | W, Н·м |
|---|--------|
| 1 | 24,2 |
| 2 | 14,5 |
| 3 | 21,6 |
| 4 | 22,9 |
| 5 | 23,1 |
| 6 | 30,2 |

3. Алмазное выглаживание роликов из стали ШХ15 (HRC, 63–64). Исследование влияния скорости и подачи на шероховатость.

$$N=2^2 R_a=f(V; S)$$

$$20 \text{ м/мин} \leq V \leq 40 \text{ м/мин}$$

$$0,052 \text{ мм/об} \leq S \leq 0,08 \text{ мм/об}$$

| N | X ₁ | X ₂ | X ₁ ·X ₂ | Y |
|---|----------------|----------------|--------------------------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,5 |
| 2 | - | + | - | 0,63 |
| 3 | + | - | - | 0,55 |
| 4 | - | - | + | 0,60 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №22

1. Измеряли твердость поверхностного слоя при азотировании на глубине 0,1-0,4мм. Определить доверительный интервал твердости, если вероятность попадания равна 0,9; $n=17$; HB_{cp} 730, а среднеквадратичное отклонение равно 7,24.

2. При испытании типового узла вал-втулка исследуется нагрузка на образцы. Получены следующие зависимости:

$p=f(W)$ – практическая

$P=f(W)$ – теоретическая

| i | j | p_{ij} , Н | P_{ij} , Н |
|---|---|--------------|--------------|
| 1 | 1 | 512,98 | 512,99 |
| | 2 | 513,21 | |
| | 3 | 512,82 | |
| 2 | 1 | 511,83 | 511,80 |
| | 2 | 511,75 | |
| | 3 | 511,96 | |
| 3 | 1 | 512,52 | 512,61 |
| | 2 | 512,75 | |
| | 3 | 512,50 | |
| 4 | 1 | 512,87 | 513,00 |
| | 2 | 513,19 | |
| | 3 | 513,04 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3. Произвести экспресс-оценку теоретических и экспериментальных результатов (см. условие задачи №2). Сделать соответствующие выводы.

Вариант №23

1. Определить доверительный интервал стойкости резца при обработке стали 45, подаче $S=0,2$ мм/об и глубине резания $t=1,5$ мм

Стойкость резца $T=60,2$ мин; $n=13$; $S_f=10,3$ мин

2. Выполнить исследования шероховатости поверхностного слоя детали из стали 45 после шлифования по критерию грубых ошибок

| n | Ra , мкм |
|---|------------|
| 1 | 0,08 |
| 2 | 0,32 |
| 3 | 0,25 |
| 4 | 0,32 |
| 5 | 0,08 |
| 6 | 0,63 |
| 7 | 1,25 |
| 8 | 0,25 |
| 9 | 0,63 |

3. Торцовое фрезерование плоских поверхностей. Исследование влияния скорости и глубины резания на шероховатость.

$N=2^2 R_a=f(V;t)$

$20 \text{ м/мин} \leq V \leq 40 \text{ м/мин}$

$0,5 \text{ мм} \leq t \leq 1,5 \text{ мм}$

| N | X_1 | X_2 | $X_1 \cdot X_2$ | Y |
|---|-------|-------|-----------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,25 |
| 2 | - | + | - | 0,4 |
| 3 | + | - | - | 0,5 |
| 4 | - | - | + | 0,32 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №24

1. Определить доверительный интервал времени, которое потребуется на токарную обработку втулки.
 $T_{cp}=14,31$ мин; $n=15$; $S_t=5.142$ мин

2. Проводились испытания тормозов при скоростях скольжения $V_{ск. max}=120$ м/с, давлениях 2,5 Мпа. Исследовали температуру на поверхности трения. Получены следующие зависимости:

$t=f(W)$ – практическая

$T=f(W)$ – теоретическая

| I | j | $t_{ij}, ^\circ C$ | $T_{ij}, ^\circ C$ |
|---|---|--------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 1010 | 1123,01 |
| | 2 | 1200 | |
| | 3 | 1156 | |
| 2 | 1 | 1250 | 1130,94 |
| | 2 | 1125 | |
| | 3 | 1021 | |
| 3 | 1 | 1500 | 1352,00 |
| | 2 | 1307 | |
| | 3 | 1250 | |
| 4 | 1 | 1482 | 1352,37 |
| | 2 | 1324 | |
| | 3 | 1250 | |
| 5 | 1 | 1112 | 1184,03 |
| | 2 | 1344 | |
| | 3 | 1093 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3. Проведенные экспериментальные исследования описываются следующей экспоненциальной зависимостью:

$$U=C \cdot e^{mx}$$

$$N=4$$

$$C, m - ?$$

| N | U | x |
|---|------|------|
| 1 | 2,41 | 0,12 |
| 2 | 3,29 | 0,09 |
| 3 | 2,63 | 0,17 |
| 4 | 2,97 | 0,06 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №25

1. Найти доверительный интервал подачи при продольном точении вала диаметром 36 мм (провели 6 опытов).

| N | S, мм/о б |
|---|-----------------|
| 1 | 0,8 |
| 2 | 1,2 |
| 3 | 1,0 |
| 4 | 0,4 |
| 5 | 1,4 |
| 6 | 0,6 |

2. Провели прочностные испытания технического алюминия (расчет выполнить по критерию грубых ошибок с доверительной вероятностью 0,9).

| N | σ_B | n | σ_B |
|---|------------|----|------------|
| 1 | 112 | 7 | 131 |
| 2 | 98 | 8 | 145 |
| 3 | 125 | 9 | 129 |
| 4 | 106 | 10 | 93 |
| 5 | 60 | 11 | 137 |
| 6 | 119 | 12 | 113 |

3. Исследуется влияние глубины шлифования на силу P_z . Количество уровней $N=6$

$$P_z = C \cdot t^m$$

| N | P_z | t |
|---|-------|------|
| 1 | 20,36 | 0,10 |
| 2 | 21,59 | 0,25 |
| 3 | 20,68 | 0,15 |
| 4 | 19,87 | 0,09 |
| 5 | 20,71 | 0,19 |
| 6 | 21,12 | 0,22 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №26

1. Определить доверительный интервал глубины цементированного слоя:

| n | H, мм |
|---|-------|
| 1 | 0,315 |
| 2 | 0,364 |
| 3 | 0,272 |
| 4 | 0,436 |
| 5 | 0,532 |
| 6 | 0,301 |
| 7 | 0,245 |
| 8 | 0,570 |
| 9 | 0,497 |

2. При гибке проволоки диаметром 6мм из стали X20H80 получены практическая и теоретическая зависимости радиусагиба $r=f(W)$ и $R=f(W)$ соответственно. Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

| I | J | r_{ij} , мм | R_{ij} , мм |
|---|---|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 18,23 | 18,09 |
| | 2 | 17,97 | |
| | 3 | 18,04 | |
| | 4 | 18,21 | |
| 2 | 1 | 18,30 | 18,14 |
| | 2 | 18,09 | |
| | 3 | 18,52 | |
| | 4 | 18,00 | |
| 3 | 1 | 18,00 | 18,25 |
| | 2 | 17,99 | |
| | 3 | 18,75 | |
| | 4 | 18,46 | |

3. Произвести экспресс-оценку теоретических и экспериментальных результатов (см. условие задачи №2). Сделать соответствующие выводы.

Вариант №27

1. По теоретическим данным контактные деформации в суппортах токарных станков составляют 80-90% общих перемещений. Вследствие проведения эксперимента получены след. значения (см. табл.). Определить доверительный интервал при $P_0=0,9$

| n | F, % |
|---|------|
| 1 | 90 |
| 2 | 83 |
| 3 | 95 |
| 4 | 86 |
| 5 | 89 |
| 6 | 75 |

2. Выполнить исследование твердости бронзы по критерию грубых ошибок с доверительной вероятностью 0,95.

| N | HB | n | HB |
|---|-----|----|-----|
| 1 | 151 | 8 | 148 |
| 2 | 179 | 9 | 167 |
| 3 | 169 | 10 | 104 |
| 4 | 200 | 11 | 156 |
| 5 | 141 | 12 | 173 |
| 6 | 162 | 13 | 153 |
| 7 | 157 | 14 | 174 |

3. Чистовое точение жестких валов диаметром $d=40\text{ мм}$ из стали 45 резцами из сплава Т15К6. Исследование влияния глубины и скорости резания на стойкость инструмента.

$$N=2^2 \quad T=f(t; V)$$

$$60\text{ м/мин} \leq V \leq 80\text{ м/мин}$$

$$0,1\text{ мм} \leq t \leq 1\text{ мм}$$

| N | X ₁ | X ₂ | X ₁ ·X ₂ | Y |
|---|----------------|----------------|--------------------------------|-------|
| 1 | + | + | + | 59,56 |
| 2 | - | + | - | 60,01 |
| 3 | + | - | - | 58,42 |
| 4 | - | - | + | 62,38 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Вариант №28

1. При литье сплава Al-Si проведено 8 опытов. Определить доверительный интервал максимальной склонности к горячим трещинам.

| N | C, % | N | C, % |
|---|------|---|------|
| 1 | 0.80 | 5 | 0.85 |
| 2 | 0.99 | 6 | 1.14 |
| 3 | 0.82 | 7 | 1.00 |
| 4 | 1.20 | 8 | 0.93 |

2. Провести исследования максимальной пористости второго компонента в сплаве Mg-Al по критерию грубых ошибок.

| n | C, % |
|---|------|
| 1 | 6,0 |
| 2 | 8,0 |
| 3 | 7,8 |
| 4 | 10,1 |
| 5 | 8,3 |
| 6 | 9,1 |
| 7 | 7,5 |
| 8 | 8,7 |

3. Исследуется зависимость силы резания от глубины резания. Количество уровней $N=4$

$$P_z = C \cdot t^m$$

| N | P_z | t |
|---|-------|-----|
| 1 | 10,24 | 0,8 |
| 2 | 12,01 | 1,2 |
| 3 | 9,97 | 0,5 |
| 4 | 11,39 | 1,1 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №29

1. При шлифовании стали 20Х, проводили измерения качества поверхностного слоя. Найти среднеквадратичное отклонение и доверительный интервал, если:

| n | R_a , мкм | n | R_a , мкм |
|---|----------------|----|-------------|
| 1 | 0,32 | 6 | 0,25 |
| 2 | 0,45 | 7 | 0,50 |
| 3 | 0,63 | 8 | 0,32 |
| 4 | 0,25 | 9 | 0,16 |
| 5 | 0,16 | 10 | 0,32 |

2. При шлифовании шпинделя исследуется температура в зоне контакта заготовки и шлифовального круга. Получены практическая и теоретическая зависимости $t=f(W)$ и $T=f(W)$ соответственно.

| i | j | t_{ij} , Н | T_{ij} , Н |
|---|---|--------------|--------------|
| 1 | 1 | 125,4 | 125,2 |
| | 2 | 124,7 | |
| | 3 | 125,1 | |
| | 4 | 125,9 | |
| 2 | 1 | 124,8 | 125,3 |
| | 2 | 124,4 | |
| | 3 | 125,7 | |
| | 4 | 126,0 | |
| 3 | 1 | 124,1 | 124,9 |
| | 2 | 125,0 | |
| | 3 | 124,7 | |
| | 4 | 125,1 | |

Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

3. Проведенные экспериментальные исследования описываются следующей экспоненциальной зависимостью:

$$U = C \cdot e^{mx}$$

$$N=6$$

$$C, m - ?$$

| N | U | x |
|---|------|------|
| 1 | 2,41 | 0,12 |
| 2 | 3,29 | 0,09 |
| 3 | 2,63 | 0,17 |
| 4 | 2,97 | 0,06 |
| 5 | 2,85 | 0,10 |
| 6 | 3,12 | 0,14 |

Обработать результаты по методу наименьших квадратов.

Вариант №30

1. Определить интервал варьирования и доверительный интервал диаметра вершин зубьев для косозубых валов-шестерен при $P_0=0,9$ и $n=6$.

| N | D , мм |
|---|----------|
| 1 | 99.030 |
| 2 | 98.971 |
| 3 | 99.201 |

| | |
|---|--------|
| 4 | 98.894 |
| 5 | 98.990 |
| 6 | 99.007 |

2.Провели исследования износа отверстий в корпусе электродвигателя предназначенные под наружные кольца подшипников качения. Обработать результаты эксперимента согласно критерию Фишера.

Получены практическая и теоретическая зависимости $u=f(W)$ и $U=f(W)$ соответственно.

| i | j | $u_{ij}, \text{мм}$ | $U_{ij}, \text{мм}$ |
|---|---|---------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 0,13 | 0,16 |
| | 2 | 0,20 | |
| | 3 | 0,17 | |
| 2 | 1 | 0,10 | 0,15 |
| | 2 | 0,19 | |
| | 3 | 0,15 | |
| 3 | 1 | 0,21 | 0,19 |
| | 2 | 0,23 | |
| | 3 | 0,16 | |
| 4 | 1 | 0,41 | 0,24 |
| | 2 | 0,22 | |
| | 3 | 0,10 | |

3.Получистовое и чистовое точение наружной цилиндрической поверхности. Исследование влияния скорости резания и подачи на шероховатость.

$$N=2^2 R_a=f(V;S)$$

$$80 \text{ м/мин} \leq V \leq 200 \text{ м/мин}$$

$$0,05 \text{ мм/об} \leq S \leq 0,4 \text{ мм}$$

| N | X_1 | X_2 | $X_1 \cdot X_2$ | Y |
|---|-------|-------|-----------------|------|
| 1 | + | + | + | 0,5 |
| 2 | - | + | - | 0,25 |
| 3 | + | - | - | 0,45 |
| 4 | - | - | + | 0,32 |

Описать результаты экспериментов с помощью полинома.

Критерии оценки практических работ:

- «зачтено»: работа выполнена в соответствии с методическими указаниями, оформлена грамотно, студент технически правильно формулирует ответы на рассматриваемые вопросы.

- «не зачтено» работа выполнена с ошибками, студент не имеет представления о рассматриваемых вопросах, либо работа не выполнена

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 8

| № п/п | Вопросы к зачету |
|-------|--|
| 1 | Что представляет собой закон развития науки? |
| 2 | Как звучит определение научных исследований? |
| 3 | Каким образом производится классификация научных исследований по способу их проведения? |
| 4 | Каким образом производится классификация научных исследований, исходя из их целевого назначения? |
| 5 | Каким образом производится классификация научных исследований по степени охвата задач? |
| 6 | Какие виды экспериментальных исследований известны? |
| 7 | Какие существуют достоинства и недостатки лабораторного эксперимента? |
| 8 | Какие существуют достоинства и недостатки производственного эксперимента? |
| 9 | Что такое отклик? Что такое функция отклика? |
| 10 | Каким образом проводится однофакторный эксперимент? |
| 11 | Что представляет собой диапазон варьирования? |
| 12 | Что представляет собой интервал варьирования? |
| 13 | Каким образом проводится детерминированный эксперимент? |
| 14 | Что такое доверительный интервал? |
| 15 | Что такое выборочный стандарт? |
| 16 | Что представляет собой критерий Стьюдента? |
| 17 | Как находится среднее значение отклика? |
| 18 | Каким образом проводится многофакторный эксперимент? |
| 19 | Каким образом проводится полный многофакторный эксперимент? |
| 20 | Каким образом проводится эксперимент «Крестом»? |
| 21 | Каким образом проводится частичный многофакторный эксперимент? |
| 22 | Что представляет собой план экспериментов $N=2^2$? |
| 23 | Что представляет собой план экспериментов $N=2^3$? |
| 24 | Что представляет собой План экспериментов $N=3^2$? |
| 25 | Что такое дисперсия? |
| 26 | Что такое рассеяние? |
| 27 | Каким образом проводятся литературные научные исследования? |
| 28 | Каким образом проводятся теоретические научные исследования? |
| 29 | Каким образом проводятся экспериментальные исследования? |
| 30 | Что представляет собой обобщенный алгоритм проведения научных исследований? |
| 31 | Что такое научное направление? |
| 32 | Что такое научная тема? |
| 33 | Что такое научная проблема? |
| 34 | Каким образом проводится подготовка исследований? |
| 35 | Каким образом проводится анализ результатов экспериментальных исследований? |
| 36 | Каким образом проводится внедрение результатов научных исследований? |
| 37 | Где применяется методика проведения эксперимента? |
| 38 | В каких условиях проводится эксперимент крестом? |
| 39 | Где применяется диапазон варьирования? |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|------------------|--|
| 40 | Для чего необходим интервал варьирования? |
| 41 | Как проводится экспресс оценка теоретических и экспериментальных результатов? |
| 42 | Что такое метод наименьших квадратов? |
| 43 | Какие существуют условия для проведения аппроксимации результатов экспериментов с целью получения эмпирических зависимостей? |
| 44 | Как проводится описание результатов экспериментов с помощью полиномов при обработке факторных экспериментов? |
| 45 | Какие существуют достоинства и недостатки при проведении лабораторного эксперимента? |
| 46 | Какие существуют достоинства и недостатки при проведении производственного эксперимента? |
| 47 | Какие существуют особенности проведения литературных научных исследований? |
| 48 | Какие существуют особенности проведения теоретических научных исследований? |
| 49 | Какие существуют особенности проведения экспериментальных исследований? |
| 50 | Для чего используется обобщенный алгоритм проведения научных исследований? |
| 51 | Что такое научная тема? |
| 52 | Что такое научная проблема? |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|----------------|--|--------------------------------|---|
| 8 | Зачет (устно) | «зачтено» | исчерпывающие ответы на вопросы к зачету и на дополнительные вопросы; выполнены все практические работы |
| | | «не зачтено» | неправильные ответы на вопросы к зачету; практические работы выполнены не полностью (не выполнены) |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|-------|---------------------|--|---|-------------|--|
| 1 | Сибирцев В. С. | Экспериментальные методы исследования физико-химических систем | Учебное пособие | 2016 | ЭБС IPRbooks" |
| 2 | Стариченко Б. Е. | Проектирование диссертации магистра образования | Учебное пособие | 2016 | ЭБС «Лань» |
| 3 | В. В. Космин | Основы научных исследований | Практикум | 2017 | ЭБС "ZNANIUM.COM" |
| 4 | Половинкин А. И. | Основы инженерного творчества | Учебное пособие | 2017 | ЭБС "ZNANIUM.COM" |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|-------|---------------------|---|---|-------------|--|
| 1 | Буре В. М. | Теория вероятностей и математическая статистика | Учебник | 2013 | ЭБС «Лань» |
| 2 | Туганбаев А. А. | Теория вероятностей и математическая статистика | Учебное пособие | 2011 | ЭБС «Лань» |
| 3 | Боровков А. А. | Математическая статистика | Учебник | 2010 | ЭБС «Лань» |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>
- Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>
- Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Количество лицензий | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|--|---------------------|--|
| 1 | Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc | | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 2 | Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition | | контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно |
| 3. | КОМПАС-3D v 18 (Проектирование и конструирование в машиностроении) | 250 | контракт № 1198 от 18.11.2019, срок действия – бессрочно |
| 4. | Mathcad Education - University Edition Subscription (25 pack) | 25 | контракт № 469 от 05.06.2020, срок действия – бессрочно |
| 5. | Mirapolis Human Capital Management | | лицензионный договор № 42/02/22-К от 02.02.2022, срок действия – до 31.08.2022 |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|--|---|
| 1 | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-306) | Переносной проектор, экран, компьютерные Столы, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная, Столы ученические двухместные, ПК |
| 2 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-309) | Стол преподавательский, Столы ученические двухместные (моноблок) , стулья, доска аудиторная (меловая), кафедра, проектор, экран, процессор, шкафы |
| 3 | Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401) | Столы, стулья, компьютеры |
| 4 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508) | Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы. |