



**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В
ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Направление подготовки

22.03.02 Metallurgy

Профиль подготовки

Metallurgy of non-ferrous metals

Уровень высшего образования

Applied Bachelor's

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgy
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Использование вычислительной техники в эксперименте».

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.02	Металлургия	04.12.2015	1427

Автор – разработчик /Дата создания/	Холод Сергей Иванович, доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК- Холдинг», д-р техн. наук, ст.науч.сотр.	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность модуля/дисциплины	108 часов (3 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель модуля/дисциплины	По окончании обучения бакалавры будут способны: - использовать информационные средства и технологии при решении задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности - выполнять элементы проектов	

Лабораторные занятия по дисциплине предусмотрены в объеме 24 часов (очная форма обучения) и 6 часов (заочная форма обучения). Они имеют целью под руководством преподавателя на практике закрепить обучающимся, полученных на лекциях теоретических знаний.

Лабораторные занятия для очной формы обучения

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
T1	1	Расчет и построение закона распределения ДСВ, НСВ, числовых характеристик СВ	4
T2	2	Расчет и проверка статистических гипотез	4
T4	3	Расчет и оценка статистической значимости коэффициента корреляции	4
T5	4	Расчет и статистическая оценка значимости линейного уравнения регрессии, рассчитанного с помощью МНК	4
T7	5	Построение и расчет однокритериальной модели эксперимента. Оценка точности	4
T8	6	Построение и расчет многокритериальной модели эксперимента. Оценка точности	4
Всего:			24

Практические занятия для заочной формы обучения

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
T5	4	Расчет и статистическая оценка значимости линейного уравнения регрессии, рассчитанного с помощью МНК	2
T8	6	Построение и расчет многокритериальной модели эксперимента. Оценка точности	4
Всего:			6

Лабораторная работа № 1

Расчет и построение закона распределения ДСВ, НСВ, числовых характеристик СВ

Тип практического задания - расчетная работа

Устные вопросы по теме практического задания:

- что определяет вид СВ;
- что представляют собой возможные значения СВ;
- что представляют собой функция распределения ДСВ $F(x)$;
- характеристика стохастического процесса;
- что такое полином распределения;
- как проверить правильность полученных результатов;
- определение вероятности события, процесса;
- характеристика НСВ;
- в каких случаях вводится понятие НСВ;
- что представляют собой функция распределения НСВ $F(x)$;
- определение плотности распределения;
- что является числовыми характеристиками СВ;
- физический смысл числовых характеристик СВ.

1) *Практическое задание:* на основе исходных данных о вероятности безотказной работы автоклавов:

- определить возможные значения случайной величины X ;
- ввести все возможные определения события A_i ;
- рассчитать соответствующие вероятности для каждого значения случайной величины;
- построить ряд распределения случайной величины;
- представить закон распределения случайной величины в графическом виде.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение студента использовать математический аппарат для оценки надежности изучаемого оборудования и способность готовить предложения для принятия обоснованного решения.

2) *Практическое задание:* на основе исходных данных при многократном исследовании металлургического процесса выяснили, что значения носят стохастический характер, которые можно описать заданной функцией распределения:

- найти плотность распределения случайной величины X ;
- построить график плотности распределения случайной величины;
- рассчитать вероятность попадания случайной величины в определенный интервал.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение студента использовать математический аппарат для оценки вероятности нахождения изучаемого параметра в заданных пределах и способность готовить предложения для принятия обоснованного решения.

3) *Практическое задание:* на основе исходных данных практического занятия № 1:

- математическое ожидание случайной величины X ;
- дисперсию случайной величины X ;
- среднее квадратичное отклонение (СКО) случайной величины X .

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение студента использовать математический аппарат для вычисления числовых характеристик СВ и способность готовить предложения для принятия обоснованного решения.

Лабораторная работа № 2

Расчет и проверка статистических гипотез

Тип практического задания - расчетная работа

Устные вопросы по теме практического задания:

- чем обосновывается применение нормального закона распределения СВ;
- причины использования функции Лапласа и ее характеристики;

- типы критериев для оценки стохастического характера внешнего воздействия;
- характеристика стохастического процесса;
- понятие генеральной совокупности, выборки;
- условия применения критериев;
- этапы проверки статистической гипотезы;
- число степеней свободы, физический смысл;

Практическое задание: на основе исходных данных:

- сформулировать нулевую гипотезу H_0 ;
- задать величину уровня значимости критерия;
- выбрать статистику критерия, по значению которого проверить H_0 ;
- выбрать область допустимых значений;
- по выборочным данным вычислить значения критерия;
- сделать вывод.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение студента использовать математический аппарат с целью оценки влияния входных характеристик на один из выходных параметров металлургического процесса и способность готовить предложения для принятия обоснованного решения.

Лабораторная работа № 3

Расчет и оценка статистической значимости коэффициента корреляции

Тип практического задания - расчетная работа

Устные вопросы по теме практического задания:

- исходные данные для расчета коэффициента корреляции;
- определение ковариации;
- методика расчета коэффициента корреляции;
- числовые характеристики случайной величины;
- с использованием какого критерия оценивается статистическая значимость;
- определение двумерной случайной величины.

Практическое задание: на основе исходных данных:

- формализовать ряд распределения двумерной случайной величины;
- найти законы распределения случайных величин X и Y и представить их в формализованном виде;
- найти математическое ожидание случайных величин X и Y ;
- найти дисперсию случайных величин X и Y ;
- найти СКО случайных величин X и Y ;
- найти коэффициент ковариации случайных величин X и Y ;
- найти коэффициент корреляции случайных величин X и Y ;
- оценить степень зависимости X и Y разными методами (t-критерий и условная таблица).

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение студента использовать математический аппарат с целью оценки влияния входной характеристики на один из выходных параметров металлургического процесса и способность готовить предложения для принятия обоснованного решения.

Лабораторная работа № 4

Расчет и статистическая оценка значимости линейного уравнения регрессии, рассчитанного с помощью МНК

Тип практического задания - расчетная работа

Устные вопросы по теме практического задания:

- линейная регрессия;
- исходные данные для расчета коэффициента корреляции;
- определение ковариации;

- методика расчета коэффициента корреляции;
- какие параметры необходимо рассчитать для оценки точности МНК
- виды погрешности уравнения линейной регрессии
- физический смысл коэффициентов уравнения линейной регрессии
- методики исключения ошибок измерений

Практическое задание: на основе исходных данных для простой линейной регрессии:

- рассчитать коэффициент ковариации;
- рассчитать коэффициент корреляции;
- проверить гипотезу зависимости X от Y , при уровне значимости $\alpha = 0,05$;
- найти коэффициенты уравнения линейной регрессии;
- оценить точность коэффициентов уравнения линейной регрессии;
- оценить абсолютную и относительную погрешность уравнения регрессии;
- оценить точность решения уравнения регрессии при достоверных значениях X и заданной дисперсии Y ;
- построить диаграмму рассеяния (корреляционное поле) и график линии регрессии;
- сделать вывод.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение студента использовать математический аппарат с целью изучения закономерностей влияния входной характеристики на один из выходных параметров металлургического процесса, описанного уравнением простой линейной регрессии и способность готовить предложения для принятия обоснованного решения.

Лабораторная работа № 5

Построение и расчет однокритериальной модели эксперимента. Оценка точности

Тип практического задания - расчетная работа

Устные вопросы по теме практического задания:

- линейная регрессия;
- исходные данные для расчета коэффициента корреляции;
- определение ковариации;
- что такое однокритериальная модель эксперимента
- условия для создания однокритериальной модели эксперимента
- понятие аппроксимации
- методы корреляционного и регрессионного анализа
- какие параметры необходимо рассчитать для оценки точности МНК
- виды погрешности уравнения линейной регрессии
- физический смысл коэффициентов уравнения линейной регрессии
- методики исключения ошибок измерений
- подходы особенности математической формализации задачи

Практическое задание: на основе исходных данных для однокритериальной модели эксперимента:

- постановка задачи;
- выбор средств вычисления и прикладных пакетов;
- построение модели эксперимента при известных закономерностях хода процесса (неизвестных закономерностях хода процесса);
- составление таблицы распределения «входа» от «выхода» и построение графика хода процесса;
- проверка адекватности и тестирование модели по экспериментальным данным (найти коэффициенты уравнения линейной регрессии; оценить точность решения уравнения регрессии при достоверных значениях X и заданной дисперсии Y);
- прогноз поведения системы при различных внешних воздействиях, различных способах управления;
- составление однофакторного эксперимента;

- исследование модели и перенос результатов на исследуемый объект (например, найти оптимальное сочетание параметров ранее не наблюдавшееся на объекте, или исследовать работу объекта в диапазоне входных и выходных величин, отличающихся от возможных на реальном объекте).

- сделать вывод об оптимальном управлении системой в соответствии с выбранным критерием оптимальности.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение студента использовать математический аппарат с целью выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью, и способность готовить предложения для принятия обоснованного решения.

Лабораторная работа № 6

Построение и расчет многокритериальной модели эксперимента. Оценка точности

Тип практического задания - расчетная работа

Устные вопросы по теме практического задания:

- множественная линейная регрессия;
- исходные данные для расчета коэффициента корреляции;
- коэффициент парной корреляции;
- коэффициент множественной корреляции
- что такое многокритериальная модель эксперимента
- условия для создания многокритериальной модели эксперимента
- понятие аппроксимации
- методы корреляционного и регрессионного анализа
- какие параметры необходимо рассчитать для оценки точности МНК
- виды погрешности уравнения линейной регрессии
- физический смысл коэффициентов уравнения линейной регрессии
- методики исключения ошибок измерений
- подходы особенности математической формализации задачи

Практическое задание: на основе исходных данных для однокритериальной модели эксперимента:

- постановка задачи;
- выбор средств вычисления и прикладных пакетов;
- построение модели эксперимента при известных закономерностях хода процесса (неизвестных закономерностях хода процесса);
- составление множественной линейной регрессии;
- оценка степени взаимной коррелированности входных параметров;
- проверка адекватности и тестирование модели по экспериментальным данным (найти коэффициенты уравнения линейной регрессии; оценить точность решения уравнения регрессии при достоверных значениях X и заданной дисперсии Y);
- прогноз поведения системы при различных внешних воздействиях, различных способах управления;
- составление полного факторного эксперимента;
- исследование модели и перенос результатов на исследуемый объект (например, найти оптимальное сочетание параметров ранее не наблюдавшееся на объекте, или исследовать работу объекта в диапазоне входных и выходных величин, отличающихся от возможных на реальном объекте).

- сделать вывод об оптимальном управлении системой в соответствии с выбранным критерием оптимальности.

Результатом успешного выполнения практического задания считается умение студента использовать математический аппарат с целью выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с

требуемой точностью, и способность готовить предложения для принятия обоснованного решения.