



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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ТЕОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

<b>Направление подготовки</b>	<b>22.03.02 Metallurgy</b>
<b>Профиль подготовки</b>	<b>Metallurgy of non-ferrous metals</b>
<b>Уровень высшего образования</b>	<b>Applied Bachelor's</b>

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

г. Верхняя Пышма  
2021

Лабораторные занятия по дисциплине предусмотрены в объеме 24 часов (очная форма обучения) и 8 часов (заочная форма обучения). Они имеют целью под руководством преподавателя на практике закрепить обучающимся, полученных на лекциях теоретических знаний.

#### Практические 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 однокритериальной модели эксперимента. Оценка точности	4
T8	6	Построение многокритериальной модели эксперимента. Оценка точности	4
<b>Всего:</b>			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	4
T8	6	Построение многокритериальной модели эксперимента. Оценка точности	4
<b>Всего:</b>			8

## 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 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;
- 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 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;
- 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.