

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет Горно-металлургической промышленности и
строительства
Кафедра металлургических технологий



УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическая статистика и планирование эксперимента
(наименование дисциплины)

2.5.7. Технологии и машины обработки давлением
(шифры научных специальностей, наименование научных специальностей)

Квалификация

—

Форма обучения

очная

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины. Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системы профессиональных знаний, умений и навыков построения математических моделей исследуемых процессов по экспериментальным данным.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение научно обоснованных методов исследования закономерностей случайных явлений в случаях, когда вероятностная мера заранее неизвестна;
- освоение навыков использования методов математической статистики для анализа результатов экспериментальных исследований;
- овладение умениями планирования и организации эксперимента на основе применения закономерностей математической статистики.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина «Математическая статистика и планирование эксперимента» дисциплина входит в часть дисциплин блока 2 «Образовательный компонент», 2.2 «Элективные дисциплины(модули)», направленных на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением в ФГБОУ ВО «ДонГТУ».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Основывается на базе дисциплин, изученных в результате освоения предшествующих программ магистратуры.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Научная деятельность аспиранта, направленная на выполнение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Дисциплина читается на 1 курсе. Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

3 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ч.), практические (36 ч.) занятия и самостоятельная работа (72 ч.).

Самостоятельная работа аспиранта включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к дифференцированному зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч.
		1
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание	12	12
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к дифференцированному зачету	9	9
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

4 Содержание дисциплины

Дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Обработка статистических данных);
- тема 2 (Точечные оценки параметров);
- тема 3 (Интервальные оценки параметров);
- тема 4 (Проверка статистических гипотез);
- тема 5 (Планирование эксперимента).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов представлены в таблица 2.

Таблица 2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Обработка статистических данных	Предмет математической статистики и планирования эксперимента. Примеры задач математической статистики. Понятие о статистической модели. Выборки и их представления. Выборки. Вариационный ряд. Эмпирическая функция распределения. Группировка данных. Представление многомерных данных. Выборочные моменты. Определения. Вычисление выборочных моментов по сгруппированным данным.	6	Основные понятия математической статистики. Эмпирические законы распределения. Числовые характеристики выборки	4	—	—
2	Точечные оценки параметров	Постановка задачи. Требования к оценкам (состоятельность, несмещенность, эффективность. Понятия и свойства информации (аддитивность, точность, убывание информации) Достаточное условие эффективности оценки. Достаточность статистики. Метод максимального правдоподобия.	6	Точечные и интервальные оценки для неизвестных параметров генеральной совокупности	4	—	—
3	Интервальные оценки параметров	Постановка задачи. Определения. Интервальная оценка. Интервальная оценка дисперсии нормальной случайной величины. Интервальная	6	Статистическая проверка гипотез. Критерий	4	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		оценка математического ожидания нормальной случайной величины. Распределение Стюдента. Интервальная оценка математического ожидания при неизвестной дисперсии. Интервальные оценки параметров при больших выборках		Пирсона. Проверка соответствия эмпирических данных статистической гипотезе.			
4	Проверка статистических гипотез	Основные понятия. Постановка задачи. Классификация гипотез. Критическая область. Размер и мощность критерия. Статистики критерия и требования к ним. Проверка простых гипотез. Теорема Неймана-Пирсона. Проверка простой гипотезы против класса альтернатив. Проверка равенства м.о. нормальных с.в. Проверка равенства дисперсий нормальных с.в. F-распределение Фишера и его свойства. Свойства критерия Фишера. Параметрический критерий для больших выборок. Критерии согласия и независимости	8	Линейная корреляционная зависимость. Прямые регрессии У на Х и Х на У. Значимость коэффициента корреляции	4	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Планирование эксперимента	Понятие о статистической зависимости. Виды статистической зависимости. Модели. Характеристики зависимости и связи. Многомерное нормальное распределение. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессионная модель. ОМП коэффициентов линейной регрессии. Свойства оценок наименьших квадратов. Планирование многомерного эксперимента. Цели планирования эксперимента и критерии оптимизации. Ортогональные планы. Полный и дробный факторные эксперименты. ФЭ типа 2^k. Свойства ПФЭ. Проверка значимости и адекватности в ПФЭ. . Дробный факторный эксперимент. Свойства дробного факторного эксперимента. Поиск максимума функции нескольких переменных.	10	Построение планов ПФЭ типа a^k и ДФЭ типа a^{k-p} Свойства полного и дробного факторных экспериментов Расчет математической модели ПФЭ типа 2^3 Построение планов на латинских квадратах и квадратах Юдена Методика результатов металлургических экспериментов, расчёт методами наименьших квадратов. Расчёт ошибок параллельных параметров металлургического эксперимента	20	—	—
Всего аудиторных часов			36	36		—	

5 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://dontu.ru/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Всего по текущей работе аспирант может набрать 100 баллов, в том числе:

- за выполнение коллоквиума (2) – всего 60 баллов;
- за выполнение домашнего задания – всего 40 баллов.

Дифференцированный зачет проставляется автоматически, если аспирант набрал в течение курса не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Математическая статистика и планирование эксперимента» проводится по результатам работы за курс. В случае если полученная сумма баллов не устраивает аспиранта, во время промежуточной аттестации аспирант имеет право повысить итоговую оценку в форме устного собеседования по вопросам к зачету.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

5.2 Домашнее задание

Домашнее задание №1 «Корреляция и регрессия»

Компания контролирует 6 фабрик, выпускающих однородную продукцию. В таблице приведены данные о производительности труда y_i (тысячи изделий в год на одного работающего) и энерговооруженности фабрики x_i (тыс. квт.ч. в год на одного работающего) $i = 1, 6$. Составить уравнения прямых регрессии, вычислить r_B (пояснить его смысл), найти

среднюю производительность труда y_x , если $x = 1$.

2 Для данной таблицы значений двух СВ X и Y , между которыми существует линейная корреляционная зависимость, определить: а) числовые характеристики СВ X и Y ; б) коэффициент корреляции r_B , составить уравнение прямых регрессии; в) построить их графики и корреляционное поле.

Варианты выдает преподаватель

5.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

5.4 Перечень вопросов и заданий для подготовки к дифференцированному зачету

- 1) Чем занимается математическая статистика?
- 2) Каковы задачи планирования эксперимента?
- 3) Чем отличается статистическая модель от вероятностной?
4. Дайте определение генеральной совокупности.
5. Приведите примеры задач математической статистики.
6. Дайте определение статистической модели.
7. Дайте определения:
 - а) генеральной совокупности,
 - б) выборки,
 - в) простого случайного выбора,
 - г) вариационного ряда,
 - д) размаха выборки,
 - е) эмпирической функции распределения,
 - ж) статистического ряда,
 - з) гистограммы.
- 8) Сформулируйте теорему о предельном поведении максимального члена вариационного ряда.
- 9) Сформулируйте теоремы о сходимости эмпирической функции распределения к теоретической.
- 10) В чем состоит группировка данных и когда она применяется?
- 11) Что такое поле наблюдений?
- 12) Дайте определения:
 - а) выборочного среднего,
 - б) выборочных дисперсии и стандартного отклонения,
 - в) выборочных центральных и начальных моментов любого порядка,
 - г) выборочных ковариации и корреляции.
- 13) Сформулируйте теоремы о сходимости эмпирических моментов к теоретическим.
- 14) Что такое поправки Шеппарда и когда они используются?
- 15) Как возникает проблема оценки параметров модели?

- 16) Что такое параметрическая статистическая модель?
- 17) Дайте определения:
 - а) статистики,
 - б) состоятельной оценки,
 - в) несмещенной оценки,
 - г) эффективной оценки.
- 18) Укажите место в доказательстве теоремы 4.1, где используется предположение (1) о независимости множества $\{x : p(x; \theta) \neq 0\}$ от параметра θ .
- 19) Дайте определение информации.
- 20) Сформулируйте основные теоремы об информации.
- 21) Дайте определение эффективной оценки и сформулируйте теорему о ее единственности.
- 22) Сформулируйте условия, при которых выполняется неравенство Рао-Крамера.
- 23) Сформулируйте достаточное условие эффективности оценки.
- 24) Дайте определение достаточной статистики.
- 25) Сформулируйте необходимое и достаточное условие достаточности статистики.
- 26) Сформулируйте теорему Блекуэлла-Колмогорова.
- 27) Дайте определения:
 - а) функции правдоподобия,
 - б) оценки максимального правдоподобия.
- 28) Как связаны эффективные оценки и ОМП?
- 29) Как связаны ОМП с достаточными статистиками?
- 30) Сформулируйте условия, при которых ОМП состоятельна и асимптотически нормальна.
- 31) истического оценивания параметров распределений?
- 32) В чем состоит сущность доверительного оценивания?
- 33) Дайте определения:
 - а) доверительной вероятности;
 - б) верхней и нижней доверительных границ;
 - в) доверительного интервала;
 - г) доверительной области.
- 34) Как построить доверительный интервал для неизвестного математического ожидания нормального распределения при известной дисперсии?
- 35) Как построить доверительный интервал для неизвестного параметра в схеме Бернулли?
 - а) с помощью нормальной аппроксимации;
 - б) точный, с помощью биномиального распределения.
- 36) Дайте определение χ_n^2 -распределения.
- 37) Перечислите свойства χ_n^2 -распределения.
- 38) Как построить доверительный интервал для неизвестной дисперсии нормального распределения при известном математическом ожидании?

- 39) Как построить доверительный интервал для неизвестной дисперсии нормального распределения при неизвестном математическом ожидании?
- 40) Дайте определение t_n -распределения Стьюдента с n степенями свободы.
- 41) Перечислите основные свойства t_n -распределения Стьюдента.
- 42) Как построить доверительный интервал для неизвестного математического ожидания нормального распределения при неизвестной дисперсии?
- 43) В чем состоит основная идея построения доверительных интервалов для параметров при больших выборках?
- 44) Как построить доверительный интервал для неизвестного математического ожидания нормального распределения при известной дисперсии, пользуясь теорией больших выборок?
- 45) Как построить доверительный интервал для неизвестного параметра распределения Пуассона при большом числе наблюдений?
- 46) Каковы основные требования к проверке статистических гипотез?
- 47) Дайте определения:
- а) параметрической и непараметрической гипотез,
 - б) простой и сложной гипотез.
- 48) Дайте определения:
- а) критической области,
 - б) ошибок I и II рода при проверке гипотез,
 - в) размера и мощности критерия,
 - г) функции мощности критерия.
- 49) Сформулируйте теорему Неймана-Пирсона о проверке простой гипотезы против простой альтернативы.
- 50) Сформулируйте задачу о проверке равенства средних нормальных совокупностей.
- 51) Сформулируйте задачу о проверке равенства дисперсий.
- 52) Какие соотношения оценок дисперсий можно использовать в качестве показателя их близости?
- 53) Сформулируйте условия, при которых имеет место асимптотика отношения правдоподобий.
- 54) Сформулируйте теорему о предельном распределении отношения правдоподобий.
- 55) Как используется асимптотическое свойство отношения правдоподобий для проверки статистических гипотез?
- 56) В чем состоит проблема проверки согласия?
- 57) Почему необходима проверка согласия при решении статистических задач?
- 58) Дайте определения:
- а) функциональной зависимости с. в.,
 - б) статистической зависимости с.в.,
 - в) взаимозависимости с.в.,
 - г) многомерного нормального стандартного распределения.

59) Расскажите о характеристиках, вычисляемых для исследования взаимозависимости с.в.

60) Какими свойствами обладают ковариационные матрицы многомерных нормальных с.в.?

61) Дайте определения:

- а) линейной регрессионной модели,
- б) оценок наименьших квадратов,
- в) метода наименьших квадратов,
- г) приведите формулы для оценки коэффициентов регрессии в двумерной нормальной регрессионной модели.

62) Дайте определения:

- а) линейной регрессионной модели,
- б) матрицы плана эксперимента,
- в) факторного пространства,
- г) функции и поверхности отклика,
- д) ортогонального плана эксперимента.

63) В чем состоит задача математической теории планирования эксперимента?

64) Сформулируйте возможные цели планирования эксперимента.

65) Перечислите свойства ортогональных планов эксперимента.

66) Дайте определения:

- а) полного факторного эксперимента и полного факторного эксперимента типа 2^k ,
- б) уровней варьирования факторов,
- в) основного уровня значений факторных переменных,
- г) области проведения эксперимента,
- д) дробного факторного эксперимента и дробной реплики,
- е) генерирующего соотношения и определяющего контраста.

67) В чем состоит кодирование факторных переменных и какова его цель?

68) Сформулируйте основные свойства ДФЭ.

69) На чем базируется проверка значимости коэффициентов регрессии?

70) В чем состоит проверка адекватности регрессионной модели?

71) Каковы свойства дробного факторного эксперимента и в чем их отличие от свойств ПФЭ?

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Организация и математическое планирование эксперимента : учебное пособие / С.И. Кулакова, Л.Е. Подлипенская, Д.А. Мельничук и др. ; Каф. Высшей математики . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 121 с. URL: http://dspace.dstu.education:8080/jspui/bitstream/123456789/1761/1/Kulakova_S.I._Organizatsiya_i_matematicheskoe_planirovanie_eksperimenta_uchebnoe_poso — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.
2. Бабин А.В. Организация и математическое планирование эксперимента: учебное пособие для студентов всех форм обучения направления 150400 «Металлургия». — А.В. Бабин, Д.Ф. Ракипов. — Екатеринбург, 2014. — 113с. — URL: https://study.urfu.ru/Aid/Publication/12455/1/Babin_Rakipov.pdf — Режим доступа: свободный. Пользователей. — Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Швычкина Е.Н. Практикум по теории вероятностей и математической статистике. Для студентов технических специальностей./ Е.Н. Швычкина, С.Н. Наумовец, В.П. Черненко. —Брест: УО «БГТУ», 2017. —81с. — URL: <https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/5112/2017.%20Практикум%20по%20теории%20вероятностей%20и%20математической%20статистике.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (08.08.2024). — Текст : электронный.
2. Рыков В.В. Математическая статистика и планирование эксперимента. Конспект лекций/ В.В. Рыков, В.Ю. Иткин. —Москва, РГУНГ им. И.М. Губкина, 2009.—303с. — URL: https://www.gubkin.ru/faculty/automation_and_computer_science/chairs_and_departments/pmikm/TextBooks/MathStat_Rykov_Itkin.pdf Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
3. 1. Шкляр В.Н. Планирование эксперимента и обработка результатов: конспект лекций. — Из-во Томского политехнического университета, 2010. — 90 с. URL: https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/67248/mod_resource/content/3/Планирование%20эксперимента%20и%20обработка%20результатов.pdf — Режим доступа: для авториз. Пользователей. — Текст: электронный

6.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.
3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГТ ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Компьютерный класс.</i> Проектор EPSON EB-S92 Учебные стенды Компьютер HEDY CEL 2.66/945 GZ/80 GB/512 MB/DVD-DUAL/TFT 19 OPTIGUEST Q9/LAN 100 02.08.00038 -8 шт	ауд. <u>218</u> корп. <u>лабораторный</u>

Лист согласования РПД

Разработал
И.о. зав. кафедрой
металлургических технологий
(должность)


(подпись)

Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

проф. кафедры металлургических
технологий
(должность)


(подпись)

П.Н. Денищенко
(Ф.И.О.)

И.о. зав. кафедрой металлургических
технологий

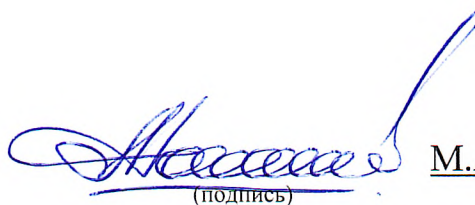

(подпись)

Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры
металлургических
технологий от 30.08.2024г.

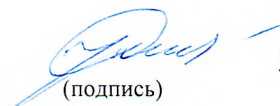
.Согласовано

Заведующий аспирантурой


(подпись)

М.А. Филатов
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	