



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
А.В. Троицкий

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И АНАЛИЗ
СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ»**

Научная специальность:

2.6.17. Материаловедение

Форма обучения: *очная*

Уровень профессионального образования:

Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Год набора: 2023

Королев

2023

Автор: Светушков Н.Н. Рабочая программа дисциплины (модуля) Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Королев, МО: ФГБОУ ВО «Технологический университет», 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных** разработана на основании федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий, утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951, учебного плана программы аспирантуры.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры МЕНД	№ 8 от 15.03.2023			

Рабочая программа рекомендована к реализации в учебном процессе на заседании НТС:

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания НТС	№1 от 29.03.2023			

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании Ученого совета

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УС	№ 9 от 11.04.2023			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

Целью изучения дисциплины является:

1. формирование у аспирантов знаний основ экспериментальных исследований, теории планирования эксперимента, научных и методических основ построения оптимальных планов эксперимента и обработки полученных результатов.

2. освоение необходимого математического аппарата, применяемого при решении различных задач математической статистики;

3. способность применения полученных знаний в прикладных задачах планирования эксперимента в профессиональной деятельности.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Основными задачами дисциплины являются:

1. Приобретение знаний и навыков выполнения научных исследований, умения научного решения задач;

2. Изучение критериев, методов и алгоритмов планирования измерений и обработка их результатов при решении различного рода измерительных задач, способов оценки эффективности планов измерений и эксперимента и влияние различных возмущающих факторов на качество плана;

3. Приобретение навыков и умений практического формирования планов измерений при решении конкретных измерительных задач, обработка экспериментальных данных и их адекватной интерпретации;

4. Освоение основных статистических законов и методов статистического анализа, а также критериев принятия решений, применяемых при управлении качеством.

После завершения освоения данной дисциплины аспирант должен:

Знать:

- методические и практические основы разработки технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ;

- методические и практические основы выбора приборов, датчиков и оборудования для проведения экспериментов и регистрации их результатов;

- методические и практические основы проведения технологических экспериментов, осуществления технологического контроля при производстве материалов и изделий;

- методологические, теоретические и экспериментальные основы методов теоретических и экспериментальных исследований фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий.

Уметь:

- самостоятельно осуществлять обработку результатов выполнения технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ;

- самостоятельно осуществлять выбор приборов, датчиков и оборудования для проведения экспериментов и регистрации их результатов;

- самостоятельно осуществлять проведение технологических экспериментов, осуществление технологического контроля при производстве материалов и изделий;

- самостоятельно применять основы методов теоретических и экспериментальных исследований фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий.

Владеть:

- методами и практическими основами обработки результатов выполнения технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ;

- методами и практическими основами обработки результатов выбора приборов, датчиков и оборудования для проведения экспериментов и регистрации их результатов;

- методами и практическими основами разработки технологических экспериментов, осуществления технологического контроля при производстве материалов и изделий;

- основами методов теоретических и экспериментальных исследований фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных» относится к элективным дисциплинам по выбору 1 (ДЭ.1) учебного плана основной образовательной программы подготовки аспирантов по научной специальности 2.6.17. Материаловедение

Дисциплина базируется на ранее изученных дисциплинах: «Основы научно-исследовательской работы».

Знания, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для изучения последующих дисциплин и выполнения диссертации.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины для студентов очной формы составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

Виды занятий	Всего часов
Общая трудоемкость	108
Аудиторные занятия	18
Лекции (Л)	10
Практические занятия (ПЗ)	8
Лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа	90
Вид итогового контроля	Экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час.	Практические занятия, час.
Тема 1. Понятие научного исследования, планирование научного эксперимента	2	2
Тема 2. Элементы математической статистики, статистические критерии	4	2
Тема 3. Компьютерная обработка данных научного исследования	4	4
Итого	10	8

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Понятие научного исследования, планирование научного эксперимента. Научное исследование: структурные элементы, методы. Основные этапы проведения экспериментальных исследований. Классификация задач эксперимента. Параметры оптимизации, критерии оптимальности планов, факторы. Планирование и предпланирование эксперимента. Формулировка статистической гипотезы. Понятие выборки.

Тема 2. Элементы математической статистики, статистические критерии. Законы распределения случайных и непрерывных величин, математическое ожидание и дисперсия. Нормальное распределение, стандартизированное представление. Интервальные оценки, методы их определения. Статистические критерии Стьюдента, Пирсона, Колмогорова-Смирнова, Фишера и специфика их применения.

Тема 3. Компьютерная обработка данных научного исследования. Информационные технологии, компьютерные программы и компьютерные математические пакеты как средство хранения и обработки экспериментальных данных научного исследования.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды самостоятельной работы
1.	Понятие научного исследования, планирование научного эксперимента.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий. 3. Самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины (факторы, симплекс-планирование, предпланирование).
2.	Элементы математической статистики, статистические критерии.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий. 3. Самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины (дисперсионный и корреляционный анализ, регрессия).
3.	Компьютерная обработка данных научного исследования.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий. 3. Самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины (основные функции Excel, пакета Statistica).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта
деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
в процессе освоения образовательной программы**

Типовые вопросы, выносимые на тестирование

1. Что такое погрешность измерения?

- (?) отклонение данных в процессе измерения
- (!) отклонение измеренного значения от точного
- (?) отклонение прибора при измерении
- (?) отклонение измеренного значения от предыдущего

2. В чем заключается планирование эксперимента?

- (!) комплекс мероприятий, направленных на эффективную постановку опытов
- (?) планирование расположения измерительных приборов
- (?) уменьшение количества опытов
- (?) планирование результата измерения

3. Что такое математическое ожидание?

- (?) ожидание случайной величины в математике
- (?) математический термин применительно к измеренному значению
- (!) среднее значение измеряемой величины
- (?) сущность, связанная со случайной величиной

4. Что такое фактор в планировании эксперимента?

- (?) переменная величина, приводящая к получению результата
- (!) переменная величина, влияющая на результаты эксперимента
- (?) переменная величина, зависящая от условий эксперимента
- (?) постоянная величина, определяющая экспериментальные возможности

5. Что такое симплекс-планирование?

- (?) планирование симплексов
- (!) выбор оптимальных значений путем перебора вершин выпуклого многогранника в точках факторного пространства
- (?) по возможности процедура упрощения планирования
- (?) последовательное исключение факторов эксперимента

6. Что такое варианта?

- (?) вариация измеряемого значения
- (?) последовательность значений
- (?) вариативный признак
- (!) отдельное значение измеряемого признака

7. Что такое вариационный ряд?

- (!) это упорядоченные значения признака или измеряемого значения и его частоты
- (?) возрастающая последовательность значений варианты
- (?) упорядоченные значения признака или измеряемого значения
- (?) выборочный набор вариант

8. Что такое распределение вероятностей?

- (!) это закон, описывающий область значений случайной величины и вероятности их появления: $F(X_1)=P(x<X_1)$
- (?) это закон, описывающий область значений случайной величины и вероятности их появления: $F(X_1)=P(x>X_1)$
- (?) это закон, описывающий область значений случайной величины и вероятности их появления: $F(X_1)=P(x=X_1)$
- (?) ни одно из определений

9. Что такое гистограмма?

- (!) диаграмма в виде столбиков
- (?) петля гистерезиса
- (?) картинка на телефоне
- (?) диаграмма в виде замкнутой линии

10. Что такое дисперсия?

- (?) рассеивание
- (!) мера разброса значений измеряемых величин относительно среднего
- (?) мера разброса значений измеряемых величин
- (?) мера отличия одной случайной величины от другой

11. Что такое средне-квадратичное отклонение? Связь с дисперсией.

- (!) определяет на сколько в среднем отклоняются конкретные варианты от их среднего значения, равна корню из дисперсии
- (?) определяет на сколько в среднем отклоняются конкретные варианты от их среднего значения, равна квадрату дисперсии
- (?) определяет на сколько в среднем отклоняются конкретные варианты от дисперсии
- (?) определяет на сколько в среднем отклоняются конкретные варианты от минимального и максимального значений.

12. Что такое абсолютная и относительная погрешность? Чем они отличаются?

- (!) абсолютная погрешность равна разности по модулю между измеренным значением и точным, относительная погрешность отношение абсолютной погрешности к точному значению
- (?) абсолютная погрешность – это максимальная погрешность в серии экспериментов, относительная – отношения абсолютной к среднему значению
- (?) абсолютная погрешность – это разность между двумя последовательными измерениями, относительная – отношения абсолютной к среднему значению

13. Что такое случайная величина?

- (?) величина, значение которой невозможно предсказать
- (!) величина, значения которой меняются от случая к случаю
- (?) величина, значения которой изменяются в пределах от 0 до 1
- (?) величина, для определения которой необходимо специальное оборудование

14. Что такое линейная регрессия?

- (?) защитный механизм поведения
- (?) синоним деградации
- (!) модель с линейной функцией зависимости
- (?) графическое представление случайных величин

15. Что такое моментные функции или моменты?

- (?) моментом k -го порядка случайной величины X называется дисперсия величины X в степени k
- (!) моментом k -го порядка случайной величины X называется мат. ожидание величины X в степени k
- (?) моментом k -го порядка случайной величины X называется средне-квадратичное отклонение величины X в степени k от X
- (?) моментом k -го порядка случайной величины X называется мат. ожидание величины X в степени k

16. Что такое нормальное распределение?

- (?) нормальное распределение, когда все вероятности постоянны
- (?) нормальное распределение – это распределение с постоянным математическим ожиданием
- (?) нормальное распределение – это распределение с нулевой дисперсией
- (!) нормальное распределение это распределение, которое в одномерном случае задается функцией Гаусса

17. Для чего используется метод наименьших квадратов?

- (!) Для минимизации суммы квадратов отклонений заданной функции от определенного набора значений. Используется при аппроксимации дискретных значений непрерывной функцией.
- (?) Для минимизации суммы квадратов заданной функции от предопределенного набора значений. Используется при интерполяции.
- (?) Для минимизации отклонений искомой функции от заданных значений. Используется при аппроксимации.
- (?) Используется при геометрическом представлении искомым значений на плоскости в виде квадратов.

Примерная тематика письменных заданий:

Задание 1 (использовать данные из таблицы)

1. Построить график эмпирической функции распределения. Построить график функции распределения.
2. Найти оценку математического ожидания, а также несмещённые оценки дисперсии при известном и неизвестном математическом ожидании.
3. Построить доверительные интервалы для математического ожидания и стандартного отклонения при известном и неизвестном втором параметре соответственно.

№	n	выборка	η	m	σ
0	12	1,8; 2; 3,3; 2,6; 1,3; -4; 0,5; 0,7; -0,7; 5,1; 5,7; 2	0,9	1,5	2,5
1	15	-6; -4,4; -2; -7,6; -0,4; 0,1; -3,7; -5,4; -0,8; -3,9; -5,3; -0,3; -4,8; -8,6; -0,9	0,95	-4	2
2	10	25; 27; 25; 20; 30; 25; 20; 23; 26; 22	0,9	25,2	3,4
3	12	-93; 52; 192; 79; 150; 102; -147; -165; -16; 105; 144; 162	0,95	10,5	102,1
4	14	73; -16; -66; 38; -85; -11; 24; 93; 112; 1; 15; 36; -7; 70	0,99	14	45
5	11	0; 9; 2,4; -1,7; 5; 5,4; 3,4; 5,7; 12,5; 4,5; 6,9	0,9	5	5
6	10	3,2; -0,5; 2; 1,6; 1,1; 2,7; 1,6; 0; 1,7; 4,8	0,9	1	2
7	12	8,33; 8,36; 8,23; 8,42; 7,95; 8,16; 8,32; 8,21; 8,27; 8,08; 8,09; 8,02	0,95	8,2	0,1
8	10	0,108; 0,093; 0,11; 0,117; 0,12; 0,089; 0,113; 0,111; 0,092; 0,091	0,9	0,1	0,01
9	15	-0,87; 0,4; -2,7; -0,01; 1,25; -0,9; 0,58; -0,61; 1,25; -1,04; -0,62; -0,19; -0,16; 2,31; 1,05	0,95	0	1,4
10	11	298; 322; 331; 346; 299; 337; 318; 313; 329; 304; 317	0,9	315	17
11	17	25; 29; 19; 26; 23; 16; 20; 22; 24; 18; 18; 30; 19; 26; 24; 24; 19	0,99	22	4
12	12	102; 39; -111; 87; 150; -76; 164; 151; 60; 127; 149; 94	0,9	100	100
13	10	-1,38; -2,21; -0,8; -0,1; -0,21; -0,54; -0,98; -3,05; -0,08; -0,19	0,9	-1	1
14	14	0,75; 0,34; 0,8; 0,86; 0,55; 0,43; 0,34; 0,84; 1,04; 0,58; 1,25; 0,76; 0,82; 1,16	0,95	0,8	0,25
15	11	-1,56; -1,73; -1,72; -1,54; -0,7; -1,58; -1,04; -1,18; -1,83; -1,51; -1,99	0,95	-1,5	0,3
16	12	3,59; 2,48; 2,35; 3,94; 3,58; 2,99; 3,75; 3,42; 3,33; 3,97; 2,98; 4,15	0,9	3,3	0,5
17	15	9,4; 7,3; 9,4; 8,4; 8,7; 5,7; 6,3; 5,3; -1,2; 5,2; 3,6; 4,3; 11,5; 6,5; 8,2	0,95	7	3
18	17	0,7; 1,4; -0,7; -1,5; 0,1; -0,1; -1; 0,1; 1,4; 0,9; -0,8; -0,3; 3; 0,3; -0,7; 0,1; 1,2	0,9	0	1
19	11	19,2; 20,1; 20,6; 19,4; 19,7; 19,1; 19,9; 18,7; 20,2; 19,8; 19,4	0,9	19,5	0,9
20	10	39,3; 21; 33,8; 34,9; 27,9; 20,6; 42,9; 30,2; 22,2; 23	0,9	32,2	7,3
21	10	20,5; 8,2; 20; 12,6; 14,1; 13,4; 12,1; 16; 19,9; 19,4	0,9	12	5
22	12	-9,9; -12,9; -11,7; -11,6; -12,3; -12; -12,7; -11,3; -15,7; -9,5; -10,4; -13,1	0,95	-12	2
23	15	416; 381; 383; 419; 428; 408; 397; 393; 400; 413; 405; 409; 404; 404; 400	0,9	400	20
24	12	59; 60; 70; 69; 63; 62; 71; 69; 67; 67; 76; 58	0,95	65	6,5
25	11	-3; 7; 6; 3; 18; 3; 19; 7; 5; 0; 25	0,9	9	12
26	12	-20; 79; 18; 57; 10; 94; -48; 3; -16; 115; 88; -8	0,95	-5	100
27	15	0,16; -0,09; 0,05; -0,1; 0,23; -0,18; 0,11; -0,11; 0,08; 0,09; 0,06; 0,11; -0,27; -0,1; 0,18	0,99	0	0,15
28	12	0,4; -13,5; 4,3; -4,8; -4,5; -2,5; -3,9; 0,9; 2,3; -4; -11,6; 6,7	0,9	-1	5
29	10	87; 96; 77; 91; 82; 92; 80; 111; 81; 84	0,9	90	10
30	11	68; 126; -60; 89; 15; -65; -59; -99; 19; 66; 26	0,95	50	100

Задание 2 (использовать данные из таблицы)

1. Построить гистограмму.
2. Найти оценки параметров нормального и равномерного распределений по методу моментов. Найти оценки максимального правдоподобия для параметров обоих законов распределения.
3. Наложить графики оцененных методом моментов плотностей на гистограмму.
4. Проверить по критерию согласия 2 гипотезы о согласии выборки с нормальным и равномерным распределениями.

№	n	l	x_{min}	x_{max}	n_i	α
0	100	10	10	50	6; 7; 11; 17; 19; 18; 13; 5; 3; 1	0,1
1	162	8	-100	100	17; 20; 19; 25; 20; 22; 21; 18	0,1
2	150	10	-50	50	16; 14; 15; 16; 16; 14; 15; 15; 15; 14	0,05
3	240	12	22	46	5; 8; 15; 23; 33; 37; 38; 30; 23; 15; 7; 6	0,05
4	224	10	1	10	23; 22; 24; 23; 24; 23; 20; 23; 21; 21	0,1
5	100	12	5	17	2; 6; 6; 8; 15; 18; 12; 14; 8; 7; 2; 2	0,05
6	102	8	0	50	1; 5; 16; 28; 30; 16; 5; 1	0,05
7	100	12	-6	6	2; 3; 6; 10; 12; 16; 15; 14; 11; 5; 4; 2	0,1
8	300	10	-5	5	5; 13; 26; 46; 58; 60; 46; 27; 13; 6	0,05
9	190	8	-50	50	4; 15; 32; 38; 39; 32; 23; 7	0,1
10	295	10	0	50	5; 13; 26; 45; 56; 60; 44; 28; 13; 5	0,1
11	294	12	3	15	24; 25; 23; 27; 26; 25; 25; 23; 24; 23; 23; 26	0,05
12	200	12	10	50	4; 11; 12; 15; 30; 36; 24; 27; 16; 14; 8; 3	0,1
13	100	10	30	60	8; 9; 12; 11; 13; 9; 10; 9; 9; 10	0,1
14	250	8	10	50	1; 11; 38; 71; 74; 40; 12; 3	0,05
15	150	8	100	900	18; 20; 19; 17; 21; 19; 18; 18	0,1
16	500	12	-50	50	2; 8; 21; 44; 78; 96; 100; 73; 45; 22; 8; 3	0,05
17	90	10	8	28	3; 6; 9; 14; 14; 14; 13; 8; 6; 3	0,1
18	204	8	-8	0	2; 9; 32; 59; 59; 32; 9; 2	0,05
19	500	8	-100	100	4; 24; 79; 147; 138; 81; 23; 4	0,05
20	100	10	-100	200	5; 7; 10; 17; 20; 18; 13; 5; 3; 2	0,1
21	150	10	0	20	14; 14; 14; 16; 15; 16; 14; 17; 14; 16	0,05
22	200	10	1	21	21; 20; 19; 22; 20; 22; 21; 18; 18; 19	0,1
23	204	8	50	90	2; 9; 33; 59; 58; 32; 9; 2	0,1
24	300	12	0	50	8; 10; 19; 29; 41; 44; 46; 39; 29; 18; 10; 7	0,05
25	305	12	0	24	24; 25; 25; 24; 25; 27; 25; 23; 27; 27; 26	0,05
26	100	10	-100	100	6; 5; 11; 17; 19; 16; 15; 5; 3; 3	0,1
27	220	8	-50	50	16; 24; 32; 41; 37; 32; 24; 14	0,05
28	215	10	1	6	19; 23; 20; 20; 23; 23; 23; 22; 22; 20	0,1

Вариант задания выбирается в соответствии с номером обучающегося в журнале.

Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Что является основой теории эксперимента?
2. Понятие планирования эксперимента.
3. Классификация экспериментальных планов.
4. Параметр оптимизации и функция отклика.
5. Простейшие способы построения обобщенного отклика.
6. Обобщенная функция желательности.
7. Проверка значимости коэффициентов в функции желательности.
8. Шкала желательности.
9. Определение фактора.
10. Что называется полным факторным экспериментом?
11. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента.
12. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения.
13. Полный факторный эксперимент 2к.
14. Реализация плана эксперимента и рандомизация.
15. Что такое симплекс-планирование?
16. Типы методов измерений, причины погрешности. Пример.
17. Виды и преимущества активных экспериментов.
18. Отсеивающие эксперименты. Пример.
19. Экстремальные эксперименты. Пример.
20. Ошибки параллельных опытов. Пример.
21. Прямые и косвенные измерения. Пример.
22. Абсолютная и относительная погрешности, правила вычисления. Пример.
23. Формы представления результатов измерения.
24. Понятие генеральной совокупности и выборки. Пример.
25. Понятие вариационного ряда или статистического распределения. Пример.

26. Случайные величины, независимые и зависимые случайные величины. Пример.
27. Интервальное распределение, характеристики интервального распределения.
28. Эмпирическая функция распределения. Гистограмма. Пример.
29. Характеристики вариационных рядов. Математическое ожидание, способ вычисления. Пример.
30. Характеристики вариационных рядов. Дисперсия и средне-квадратичное отклонение, способ вычисления. Пример.
31. Нормальное распределение, стандартизированное представление. Формула.
32. Свойства нормального распределения, параметры нормального распределения.
33. Распределение Стьюдента, параметры распределения.
34. Метод моментов. Пример.
35. Метод максимального правдоподобия.
36. Что такое регрессионный анализ и для чего используется?
37. Корреляционная зависимость двух случайных величин.
38. Метод наименьших квадратов, формула.
39. Парная линейная регрессия, коэффициенты линейной регрессии.
40. Полиномиальные модели, принцип нахождения коэффициентов.
41. Системы регрессионных уравнений в общем случае.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Белокопытов В.И. Организация, планирование и обработка результатов эксперимента: учеб. пособие. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. – 132 с.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1818742>
2. Волосухин В.А., Тищенко А.И. Планирование научного эксперимента: Учебник. – М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2018. – 176 с.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/923357>

3. Карманов Ф.И., Острейковский В.А. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: учебное пособие. – М.: КУРС, ИНФРА-М, 2019. – 208 с.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1016017>
4. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ: учебник / О.С. Логунова, П.Ю. Романов, Е.А. Ильина и др. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 326 с.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1025509>

Дополнительная литература

1. Васильева Н.В. Математические модели в управлении производством меди: идеи, методы, примеры: монография. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 194 с.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014071>
2. Лобастов С.А. Основы метрологии и методы измерения физических величин: учебное пособие. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2018. – 412 с.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1230803>
3. Лукьянов С.И., Панов А.Н., Васильев А.Е. Основы инженерного эксперимента: Учеб. пособие – М.:ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 99 с.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1020699>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. Российская государственная библиотека www.rsl.ru
2. Библиотека по естественным наукам РАН <http://www.benran.ru>
3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) <http://www.viniti.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY <http://www.elibrary.ru>
5. Университетская библиотека <http://www.biblioclub.ru>
6. Электронно-библиотечная система Znanium <http://znanium.ru>
7. Электронный каталог библиотеки «Технологический университет»
<http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta>

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Понятие о плане эксперимента. Классификация экспериментов. Математические объекты,*

используемые при представлении экспериментальных данных, параметры оптимизации. Вычисление дисперсии и среднеквадратичного отклонения. Классификация задач эксперимента. Критерии оптимальности планов, факторы. Планирование и предпланирование эксперимента.

Продолжительность занятия – 2 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: ***Элементы математической статистики. Законы распределения случайных и непрерывных величин. Нормальное распределение, стандартизированное представление. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия. Интервальные оценки, методы их определения. Понятие дисперсионного анализа. Регрессионный анализ.***

Продолжительность занятия – 2 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: ***Компьютерная обработка данных научного исследования. Математические пакеты для обработки экспериментальных данных научного исследования. Статистические критерии Стьюдента, Пирсона, Колмогорова-Смирнова, Фишера и специфика их применения.***

Продолжительность занятия – 2 ч.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Перечень программного обеспечения: MS Office, Power Point.

Информационные справочные системы:

Электронные ресурсы образовательной среды Университета

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

