

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИСТ
_____ Данилов О.Ф.

«_____» _____ 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

дисциплины:	Основы планирования эксперимента
направление подготовки:	09.04.04 Программная инженерия
направленность (профиль):	Программная инженерия систем искусственного интеллекта
форма обучения:	очная

Фонд оценочных средств рассмотрен на заседании кафедры Интеллектуальных систем и технологий для направления 09.04.04 Программная инженерия направленность (профиль) Программная инженерия систем искусственного интеллекта

1. Формы аттестации по дисциплине

1.1. Форма промежуточной аттестации: зачет

Способ проведения промежуточной аттестации: устный опрос.

1.2. Формы текущей аттестации:

Таблица 2.1

№ п/п	Форма обучения
	ОФО
1	Устный опрос.
2	Выполнение и защита домашних индивидуальных работ.
3	Контрольная работа.

2. Результаты обучения по дисциплине, подлежащие проверке при проведении текущей и промежуточной аттестации

Таблица 3.1

№ п/п	Структурные элементы дисциплины		Код результата обучения по дисциплине	Оценочные средства	
	Номер раздела	Дидактические единицы (предметные темы)		Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6
1	1	Основы планирования эксперимента.	31, 32, У1, В1	Устный опрос. Защита индивидуальной домашней работы.	Вопросы и задания для подготовки к зачету.
2	2	Проверка гипотез.	31, 32, У1, У2, В1, В2	Устный опрос. Защита индивидуальной домашней работы.	Вопросы и задания для подготовки к зачету.
3	3	Однофакторный эксперимент.	31, 32, У1, У2, В1, В2	Устный опрос. Защита индивидуальной домашней работы.	Вопросы и задания для подготовки к зачету.
5	4	Факторные эксперименты.	31, 32, У1, У2, В1, В2	Устный опрос. Защита индивидуальной домашней работы.	Вопросы и задания для подготовки к зачету.
6	5	Дополнительные методы обработки данных.	31, 32, У1, У2, В1, В2	Устный опрос. Защита индивидуальной домашней работы.	Вопросы и задания для подготовки к зачету.
8	6	Типы факторных экспериментов.	31, 32, У1, У2, В1, В2	Устный опрос. Защита индивидуальной домашней работы.	Вопросы и задания для подготовки к зачету.
9	7	Регрессионный анализ.	31, 32, У1, У2, В1, В2	Устный опрос. Защита индивидуальной домашней работы. Контрольная работа.	Вопросы и задания для подготовки к зачету.

3. Фонд оценочных средств

3.1. Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по дисциплине, включает в себя оценочные средства для текущей аттестации и промежуточной аттестации.

3.2. Фонд оценочных средств для текущей аттестации включает:

- комплект заданий для текущей аттестации и самостоятельной работы - контрольные вопросы для подготовки к устному опросу (коллоквиуму) – 42 шт. (Приложение 1);
- комплект заданий для индивидуальной домашней работы – 6 шт. (Приложение 2);
- комплект заданий для контрольной работы – 1 шт. (Приложение 3).

3.3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации включает:

- комплект вопросов к зачету по дисциплине «Основы планирования эксперимента» – 22 шт. (Приложение 4).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Комплект заданий для текущей аттестации и самостоятельной работы
по дисциплине «Основы планирования эксперимента»**

Контрольные вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу «Основы планирования эксперимента»

1. Основные понятия и определения.
2. Научный и промышленный эксперимент.
3. Характеристики случайных величин.
4. Оценка параметров: точечные и интервальные.
5. Определение точечных оценок методом максимального правдоподобия.
6. Определение доверительных интервалов.
7. Ошибки первого и второго рода.

Контрольные вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу «Проверка гипотез»

1. Статистические гипотезы. Нулевая, альтернативные гипотезы.
2. Критерии проверки гипотез.
3. Мощность критерия.
4. Оперативная характеристика и функция мощности.
5. Робастные методы обработки данных.
6. Винзоризованные и усеченные оценки.
7. М-оценки Хубера и Хампеля, R-оценки Бинеля-Ходггеса.

Контрольные вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу «Однофакторный эксперимент»

1. Математическая модель однофакторного эксперимента.
2. Основные используемые обозначения, основное уравнение дисперсионного анализа.
3. Принцип рандомизации.
4. Ограничения на рандомизацию и получение различных модификаций однофакторного эксперимента.
5. Математические модели, анализ данных в соответствии с моделями типа: блочный план, планы типа латинский, греко-латинский, гиперквадраты.

Контрольные вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу «Факторные эксперименты»

1. Эксперименты с перекрестной схемой классификаций экспериментальных данных.
2. Математическая модель, методы обработки экспериментальных данных.
3. Выводы по результатам дисперсионного анализа.
4. Эксперименты с группировкой (иерархические эксперименты), математическая модель, отличие от перекрестной схемы.
5. Блочные факторные эксперименты.
6. Определяющие контрасты, их смешивание с блоковым эффектом.
7. Методы обработки данных, выводы по дисперсионному анализу.

Контрольные вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу «Дополнительные методы обработки данных»

1. Методы разделения средних арифметических.
2. Метод ортогональных контрастов, нулевые гипотезы и выбор коэффициентов контрастов. Множественный ранговый критерий.
3. Математические ожидания средних квадратов в случаях, когда уровни факторов фиксированные, случайные или те и другие.
4. Определение математических ожиданий для перекрестной схемы классификации, для эксперимента с группировкой и для смешанной модели.
5. Проверяемые нулевые гипотезы.

Контрольные вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу «Типы факторных экспериментов»

1. Факторные эксперименты типа 2^2 , 2^3 , 2^n .
2. Модель, план, анализ.
3. Факторные эксперименты типа 3^2 , 3^3 , 3^n .
4. Модель, план, анализ.
5. Способы разбиений полного факторного эксперимента (ПФЭ) на дробные реплики – дробный факторный эксперимент (ДФЭ).
6. Определение эффектов смешиваемых между собой в ДФЭ и потеря информации. Особенности обработки экспериментов типа $2n$, $3n$ при помощи алгоритма ЙЕТСА.

Контрольные вопросы для подготовки к коллоквиуму по разделу «Регрессионный анализ»

1. Метод наименьших квадратов (МНК) как частный случай метода максимального правдоподобия.
2. Одномерная регрессия, полиномиальная регрессия.
3. Остаточный средний квадрат как оценка качества аппроксимации.
4. Поверхность отклика, применение ДФЭ для получения уравнения регрессии.
5. Аппроксимация ортогональными функциями.

Критерий оценки за аттестацию

9-10 баллов выставляется обучающемуся, если обучающийся в полном объеме раскрыл вопрос как на теоретическом, так и на практическом уровне, с соблюдением необходимой последовательности изложения аргументов, а также ответил на все дополнительные вопросы;

5-8 баллов выставляется обучающемуся, если выполнены все требования, соответствующие максимальной оценке (5 баллов), но было допущено два-три недочета или одна грубая ошибка;

1-4 баллов выставляется обучающемуся, если вопрос раскрыт не полностью, допущены две грубые ошибки;

0 баллов выставляется обучающемуся, если обучающийся не ответил на основной вопрос и на все дополнительные вопросы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Комплект заданий для индивидуальной домашней работы по дисциплине «Основы планирования эксперимента»

Задания для индивидуальной домашней работы

Тема 1: Определение основных числовых характеристик совокупности случайных величин.

Цель работы: изучение методов определения основных числовых характеристик и получение начальных навыков работы с совокупностью случайных величин.

Задание:

1. Получение совокупности случайных величин.
2. Расчет оценок математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения.
3. Исключение резко выделяющихся экспериментальных данных.
4. Расчет относительных характеристик рассеяния случайной величины.
5. Определение ошибки среднего и границ доверительного интервала.
6. Доверительный объем испытаний.

Требования к отчету:

Отчет о выполнении индивидуальной домашней работы должен содержать:

- тему и цель работы;
- необходимые теоретические сведения по теме;
- исходную совокупность случайных величин;
- поэтапный расчет основных числовых характеристик для заданной совокупности случайных величин;
- выводы по результатам расчета основных числовых характеристик для заданной совокупности случайных величин;
- отметку преподавателя о выполнении работы.

Тема 2: Определение вида дифференциального закона.

Цель работы: анализ и выбор закона распределения генеральной совокупности случайных величин.

Задание:

1. Формирование таблицы для определения вида распределения.
2. Проверка гипотезы о нормальном законе распределения генеральной совокупности.
3. Графическая интерпретация функции распределения.

Требования к отчету:

Отчет о выполнении индивидуальной домашней работы должен содержать:

- тему и цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- исходную выборку;
- поэтапный расчёт нахождения значений для определения дифференциального закона распределения случайной величины;
- анализ и выводы применения критерия Пирсона;
- график функции распределения (частотный полигон).

Тема 3: Определение корреляционных однофакторных моделей по данным пассивного эксперимента.

Цель работы: определение тесноты линейной взаимосвязи между двумя переменными и построение ее линейной модели.

Задание:

1. Расчет основных статистических характеристик.
2. Расчет коэффициентов парной корреляции.
3. и определение их значимости.
4. Определение линейной модели корреляционной взаимосвязи.

Требования к отчету:

Отчет о выполнении индивидуальной домашней работы должен содержать:

- тему и цель работы;
- необходимые теоретические сведения по теме;
- исходную совокупность случайных величин (по заданию преподавателя);
- поэтапное определение коэффициента корреляции и линейной модели корреляционной взаимосвязи;
- выводы по результатам определения статических корреляционных однофакторных моделей по данным пассивного эксперимента;
- график сопряженных прямых.

Тема 4: Определение статистических корреляционных многофакторных моделей по данным пассивного эксперимента

Цель работы: расчет парных коэффициентов корреляции, множественного коэффициента корреляции, определение его значимости и линейной модели корреляционной взаимосвязи.

Задание:

1. Расчет основных статистических характеристик.
2. Расчет парных коэффициентов корреляции.
3. Расчет множественного коэффициента корреляции и определение его значимости.
4. Определение линейной модели корреляционной взаимосвязи необходимые теоретические сведения по теме.

Требования к отчету:

Отчет о выполнении индивидуальной домашней работы должен содержать:

- тему и цель работы;
- исходную совокупность случайных величин (по заданию преподавателя);
- расчет парных коэффициентов корреляции и множественного коэффициента корреляции;
- определение значимости множественного коэффициента корреляции и построение линейной модели корреляционной взаимосвязи;
- выводы по результатам определения статических корреляционных многофакторных моделей по данным пассивного эксперимента.

Тема 5: Разработка регрессионной однофакторной модели по данным активного эксперимента.

Цель работы: построение однофакторной регрессионной модели методом наименьших квадратов и определение ее адекватности.

Задание:

1. Условия проведения активного эксперимента.
2. Нахождение статистических характеристик.
3. Проверка гипотезы об однородности дисперсий.
4. Вычисление дисперсии воспроизводимости выходного параметра в опытах матрицы.
5. Вычисление коэффициентов искомого уравнения (модели) и их дисперсий.
6. Проверка адекватности полученной модели.

7. Оценка значимости полученных коэффициентов регрессии необходимые теоретические сведения по теме.

Требования к отчету:

Отчет о выполнении индивидуальной домашней работы должен содержать:

- тему и цель работы;
- исходную таблицу данных (по заданию преподавателя);
- разработанную регрессионную модель;
- проверку адекватности полученной модели;
- оценку значимости коэффициентов регрессии;
- выводы по результатам построения регрессионной модели.

Тема 6: Разработка регрессионной многофакторной математической модели по данным активного эксперимента.

Цель работы: построение регрессионной многофакторной математической модели, оценка значимости коэффициентов регрессии и определение адекватности модели.

Задание:

1. Разработка матрицы планирования.
2. Нахождение статистических характеристик.
3. Проверка гипотезы об однородности дисперсии.
4. Вычисление дисперсии воспроизводимости выходного параметра в опытах матрицы.
5. Вычисление коэффициентов искомого уравнения (модели).
6. Оценка значимости полученных коэффициентов регрессии.
7. Проверка адекватности полученной модели.
8. Исследование полученной регрессионной многофакторной модели.

Требования к отчету:

Отчет о выполнении индивидуальной домашней работы должен содержать:

- тему и цель работы;
- необходимые теоретические сведения по теме;
- матрицу планирования эксперимента (по заданию преподавателя);
- расчет коэффициентов разрабатываемой модели;
- разработанную регрессионную многофакторную модель;
- проверку адекватности полученной модели;
- оценку значимости коэффициентов регрессии;
- выводы по результатам определения регрессионной однофакторной модели по данным активного эксперимента.

Критерий оценки за тему

10 баллов выставляется, если обучающийся выполнил домашнюю индивидуальную работу в полном объеме;

6-9 баллов выставляется, если обучающийся выполнил 2/3 заданий в индивидуальной работе;

2-5 баллов выставляется, если обучающийся выполнил 1/3 заданий в домашней работе;

0 баллов выставляется, если обучающийся не выполнил индивидуальную работу.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Комплект заданий для контрольной работы по дисциплине «Основы планирования
эксперимента»**

Пример задания для контрольной работы

На основании полного факторного плана (ПФП) эксперимента проведено исследование влияния трех факторов X_1 (напряжение питания), X_2 (напряжение смещения рабочей точки), X_3 (температура окружающей среды) на отклик (выходная мощность генератора) $y=f(X_1, X_2, X_3)$, где X - нормированные значения факторов. Основные уровни факторов: $x_1 = 15B$; $x_2 = 4B$; $x_3 = 10^\circ$

Интервалы варьирования факторов: $j = 3B$; $A_x^2 = 1,5B$; $A_x^3 = 10^\circ C$.

В каждой точке ($i=1, 2, \dots, N$) спектра ПФП было проведено по два дублирующих опыта. Результаты измерений отклика Y_{ij} и Y_{il} в этих опытах приведены в таблице, где Ш - сумма четырех последних цифр шифра Стюдента.

Результаты измерений отклика

1	1	2	3	4	5	6	7	8
Y_{ij}	0,661111	0,754111	0,556111	0,711111	0,743111	0,786111	0,688111	0,830111
Y_{il}	0,651111	0,736111	0,548111	0,693111	0,721111	0,764111	0,668111	0,802111

Задание: Построить матрицу-таблицу плана эксперимента. Пояснить организацию проведения эксперимента. Указать реальные значения факторов в точках спектра плана эксперимента. Вычислить оценки дисперсии отклика в точках спектра плана и проверить их однородность. Найти математическую модель объекта исследования в виде линейного полинома с учетом возможных взаимодействий между факторами. Оценить значимость коэффициентов уравнения регрессии. Проверить адекватность полученной модели.

Критерии оценивания

20 баллов выставляется, если обучающийся выполнил контрольную работу в полном объеме;

10-19 баллов выставляется, если обучающийся выполнил 2/3 заданий в контрольной работе;

2-9 баллов выставляется, если обучающийся выполнил 1/3 заданий в контрольной работе;

0 баллов выставляется, если обучающийся не выполнил контрольную работу.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Комплект вопросов к зачету по дисциплине

«Основы планирования эксперимента»

1. Практические задачи планирования эксперимента. Методология решения исследовательских задач.
2. Возможные технологии составления плана оптимизационного эксперимента. Пояснить на примере.
3. Планирование экстремального эксперимента. Кибернетическое понятие «Чёрный ящик». Функция цели, математические модели объекта оптимизационного эксперимента.
4. Параметры оптимизации. Их виды. Требования к параметрам оптимизации. Задачи с несколькими параметрами оптимизации.
5. Факторы, варьируемые переменные. Требования к факторам и их совокупности.
6. Матрица планирования полного факторного эксперимента. Привести пример составления матрицы.
7. Пассивный и активный эксперимент. Требование ортогональности матрицы планирования.
8. Математические основы планирования эксперимента. Регрессионный анализ.
9. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Принципы составления планов ПФЭ. Составление матрицы плана эксперимента при кодировании факторов.
10. ПФЭ для трёх переменных. Составление таблицы плана и расположение экспериментальных точек в факторном пространстве кодовых факторов.
11. Дробные планы или дробные реплики от полного факторного эксперимента (ДФЭ). Виды дробных планов: полуреплика, четвертьреплика, $1/8$ – реплика, $1/16$ – реплика.
12. Дробные планы $2k-1$, $2k-2$ для $k=5$, $k=6$, и т.д. Достоинства и недостатки применения плана дробного факторного эксперимента.
13. Разрешающая способность дробных реплик в зависимости от выбора вида генерирующего соотношения.
14. Дрейфующие и неконтролируемые факторы эксперимента. Рандомизация опытов в плане эксперимента. Выполнение рандомизации опытов при исследовании технологических процессов.
15. Основные свойства планов ПФЭ и ДФЭ. Вычисление коэффициентов регрессии.
16. Вычисление коэффициентов неполного квадратного многочлена. Составление таблицы для вычисления коэффициентов регрессии.
17. Основные соотношения и правила перехода к естественным переменным.
18. Оценка адекватности математической модели.
19. Вычисление коэффициентов регрессии и статистические оценки.
20. Выбор масштаба шагов крутого восхождения. Крутое восхождение по поверхности отклика. Принятие решения по результатам крутого восхождения.
21. Оценка результатов оптимизационного эксперимента.
22. Метод наименьших квадратов и его применение при обработке результатов эксперимента.

Критерии оценки:

91-100 баллов выставляется обучающемуся, глубоко и прочно усвоившему материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающего. Представлена схема (если в ответе на вопросе есть конструктивные элементы) Соответствующие знание, умения и владение

сформированы полностью.

76-90 баллов выставляется обучающемуся, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающего его. Обучающийся не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы. Соответствующие знание, умения и владение сформированы в целом полностью, но содержат отдельные пробелы.

61-75 баллов выставляется обучающемуся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала. Обучающийся показывает общее, но не структурированное знание, в целом успешное, но не систематическое умение и владение соответствующих компетенций.

0-60 баллов выставляется обучающемуся, который не усвоил значительной части материала, допускает существенные ошибки. Обучающийся показывает фрагментарные знания (или их отсутствие), частично освоенное умение (или его отсутствие), фрагментарное применение навыка (или его отсутствие) соответствующих компетенций.