

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

ФГОС введен в действие приказом №5 от 12.01.2016 г. , дата утверждения: 09.02.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ВТ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017
АСУ, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017
АВТ, протокол заседания кафедры №10/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматизации и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Зыбарев В. М.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Якименко А. А.
профессор, д.т.н. Гриф М. Г.
доцент, д.т.н. Жмудь В. А.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Романов Е. Л.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач; в части следующих результатов обучения:
33. знать методы и инструментальные средства анализа и статистической обработки данных о функционировании объектов профессиональной деятельности
35. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности
36. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность
37. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира
у6. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности
у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Теория вероятностей и математическая статистика</i>	
ОПК.2.35 знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
1.знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у8 уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	
2.умеет применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у6 умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	
3.умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.37 знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	
4.знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.36 знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	
5.знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у8 уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	
6.уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.33 знать методы и инструментальные средства анализа и статистической обработки данных о функционировании объектов профессиональной деятельности	

7. знать методы и инструментальные средства анализа и статистической обработки данных о функционировании объектов профессиональной деятельности	Лекции; Самостоятельная работа
---	--------------------------------

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Установочная лекция				
12. Цели и задачи дисциплины	2	2	1, 4, 5	Посещение лекции
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Введение				
1. Основные свойства вероятностей и вероятностные пространства	0	2	1, 3, 4	Посещение лекций
Дидактическая единица: Заключение				
11. Системы автоматизации статистической обработки данных	0	2	2, 3, 4, 6, 7	Посещение лекций

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Основы теории распределения вероятностей случайных величин				
2. Моделирование вероятностных экспериментов распределениями вероятностей случайных величин.	0	4	1, 3, 6	Построение распределений и оценка вероятностных характеристик случайных величин и событий
Дидактическая единица: Статистическая оценка параметров и характеристик распределений вероятностей				
13. Статистическая оценка параметров распределения одномерных выборок	0	2	2, 3, 5, 6	Построение и применение статистик для оценки параметров распределений и характеристик одномерных выборок
Дидактическая единица: Статистические гипотезы и способы их проверки				
7. Проверка статистических гипотез	0	2	2, 5, 6	Проверка параметрических и непараметрических гипотез

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Вероятностные пространства				
2. Вероятностные пространства	0	4	1, 3, 6	Изучение учебного материала
3. Вычисление вероятностей случайных событий	0	4	1, 3, 6	Построение и применение теоретико-множественных и алгебраических моделей вероятностных экспериментов

Дидактическая единица: Основы теории распределения вероятностей случайных величин				
4. Распределение вероятностей случайных величин.	0	4	1, 3, 6	Изучение учебного материала
Дидактическая единица: Системы случайных величин				
3. Распределения и их характеристики двумерных случайных величины и	0	2	1, 3, 4, 6	Описание и анализ вероятностных свойств систем простейших систем случайных величин
4. Многомерные случайные величины	0	4	1, 3, 4, 6	Изучение учебного материала
Дидактическая единица: Функции случайных величин				
4. Распределения и характеристики функции случайного аргумента	0	2	3, 6	Определение распределения и вычисление вероятностных характеристик ФСА
5. Функции случайного аргумента	0	2	3, 6	Изучение учебного материала
Дидактическая единица: Предельные теоремы ТВ и закон больших чисел				
5. Закон больших чисел и центральная предельная теорема	0	2	3, 4, 5	Применение неравенств ТВ и предельных теорем для вероятностного анализа
6. Предельные теоремы теории вероятностей и закон больших чисел	0	4	1, 3, 4, 5	Изучение учебного материала
Дидактическая единица: Описательная статистика				
6. Представление и анализ одномерных выборок	0	2	3, 4, 5	Представление выборок рядами и графиками, вычисление основных характеристик выборок
7. Представление и анализ выборок	0	2	2, 3, 6	Изучение учебного материала
Дидактическая единица: Статистическая оценка параметров и характеристик распределений вероятностей				
8. Статистическая оценка параметров распределения одномерных выборок	0	4	2, 4, 5, 6	Изучение учебного материала
Дидактическая единица: Статистические гипотезы и способы их проверки				
9. Проверка статистических гипотез	0	4	2, 3, 5, 6	Изучение учебного материала
Дидактическая единица: Статистические испытания и модели факторного эксперимента				
10. Статистические модели факторного эксперимента.	0	4	2, 3, 4, 5, 6	Изучение учебного материала
12. Статистические модели факторного эксперимента.	0	2	2, 3, 4, 5, 6	Построение и анализ факторных моделей многомерных выборок и свойств статистических данных.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	Дополнительная учебная деятельность	1, 3, 4, 6	0	0

: Никитина Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157034 . - Загл. с экрана. Зыбарев В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебно-методическое пособие] / В. М. Зыбарев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000165199 . - Загл. с экрана.				
Семестр: 4				
1	Контрольные работы	1, 3, 4, 5, 6	10	3
: Никитина Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157034 . - Загл. с экрана. Зыбарев В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебно-методическое пособие] / В. М. Зыбарев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000165199 . - Загл. с экрана.				
2	РГЗ	2, 3, 5, 6, 7	28	3
: Никитина Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157034 . - Загл. с экрана. Зыбарев В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебно-методическое пособие] / В. М. Зыбарев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000165199 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к занятиям	2, 3, 4, 6, 7	17	1
: Никитина Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157034 . - Загл. с экрана. Зыбарев В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебно-методическое пособие] / В. М. Зыбарев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000165199 . - Загл. с экрана.				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	13	1
: Никитина Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157034 . - Загл. с экрана. Зыбарев В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебно-методическое пособие] / В. М. Зыбарев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000165199 . - Загл. с экрана.				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5, 6	52	6
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Никитина Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157034 . - Загл. с экрана. Зыбарев В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебно-методическое пособие] / В. М. Зыбарев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000165199 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ

Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт
-------------------------------	---------------------

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Тренинг-семинар
Краткое описание применения: Обсуждение вопросов и решение задач	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
<i>Практические занятия:</i>	15	30
<i>Контрольные работы:</i>	0	10
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	0	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.2	з3. знать методы и инструментальные средства анализа и статистической обработки данных о функционировании объектов профессиональной деятельности			+
	з5. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	+	+	+
	з6. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	+	+	+
	з7. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	+	+	+
	у6. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	+	+	+
	у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Дмитрий Письменный. - М., 2008. - 602, [1] с. : ил., табл.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. - М., 2007. - 478, [1] с. : ил.
3. Джафаров К. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / К. А. Джафаров ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 164, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221474

Дополнительная литература

1. Дрейпер Н. Р. Прикладной регрессионный анализ : пер. с англ. / Норман Р. Дрейпер, Гарри Смит. - М. [и др.], 2007. - 911 с. : ил., табл.
2. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник [для вузов по экономическим специальностям] / Н. Ш. Кремер. - М., 2010. - 550, [1] с. : ил., табл. - Парал. тит. л. англ.
3. Ландовский В. В. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. В. Ландовский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183633. - Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Зыбарев В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебно-методическое пособие] / В. М. Зыбарев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000165199. - Загл. с экрана.
2. Никитина Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Ш. Никитина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157034. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Проведение лекций

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Проведение практических занятий

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория вероятностей и математическая статистика приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	33. знать методы и инструментальные средства анализа и статистической обработки данных о функционировании объектов профессиональной деятельности	Системы автоматизации статистической обработки данных	РГЗ: 39, 40, 41, 42, 43	Экзамен, вопросы: 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 39, 40, 41, 42, 43
ОПК.2	35. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Вероятностные пространства Вычисление вероятностей случайных событий Моделирование вероятностных экспериментов распределениями вероятностей случайных величин. Основные свойства вероятностей и вероятностные пространства Распределение вероятностей случайных величин. Распределения и характеристики двумерных случайных величин.	Контрольные работы РГЗ, Контрольные работы : 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 19, 20, 21, 30, 31, 32, 33 РГЗ: 4, 30, 31, 32, 33. 57	Экзамен, вопросы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 19, 20, 53
ОПК.2	36. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	Закон больших чисел и центральная предельная теорема Предельные теоремы теории вероятностей и закон больших чисел Представление и анализ одномерных выборок Проверка статистических гипотез Статистическая оценка параметров распределения одномерных выборок Статистические модели факторного эксперимента.	Контрольные работы РГЗ, Контрольные работы: 11, 20 РГЗ: 46, 47, 48, 49 , 50	Экзамен, вопросы: 46, 47, 48, 49 , 50, 53, 55, 56
ОПК.2	37. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	Закон больших чисел и центральная предельная теорема Многомерные случайные величины Предельные теоремы теории вероятностей и закон больших чисел Представление и анализ одномерных выборок Распределения и и характеристики двумерных случайных величины и Статистическая оценка параметров распределения	Контрольные работы РГЗ, Контрольные работы: 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 36, 37 РГЗ: 10, 26, 30, 39, 40, 41, 42, 43 , 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 53, 55, 56, 57	Экзамен, вопросы... : 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 36, 37, 50, 51, 52, 54, 43, 44, 45, 46,

		одномерных выборок Статистические модели факторного эксперимента.		
ОПК.2	уб. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	Вероятностные пространства Вычисление вероятностей случайных событий Закон больших чисел и центральная предельная теорема Многомерные случайные величины Основные свойства вероятностей и вероятностные пространства Представление и анализ одномерных выборок Распределение вероятностей случайных величин. Распределения и их характеристики двумерных случайных величины и Распределения и характеристики функции случайного аргумента Статистическая оценка параметров распределения одномерных выборок Статистические модели факторного эксперимента. Функции случайного аргумента	Контрольные работы РГЗ, Контрольные работы: 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 36, 37 РГЗ: 10, 26, 30, 31, 32, 33,39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 54,53, 55, 56, 57	Экзамен, вопросы: 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 3335, 36, 37,50, 51, 52, 54, 43, 44, 45, 46,
ОПК.2	у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Вычисление вероятностей случайных событий Моделирование вероятностных экспериментов распределениями вероятностей случайных величин. Представление и анализ выборок Проверка статистических гипотез Распределения и характеристики функции случайного аргумента Системы автоматизации статистической обработки данных Статистическая оценка параметров распределения одномерных выборок Статистические модели факторного эксперимента. Функции случайного аргумента	Контрольные работы РГЗ, Контрольные работы: 10, 12, 13, 14, 30, 31, 32, 33 РГЗ: 39, 40, 41, 42, 43:	Экзамен, вопросы: 1,39, 40, 41, 42, 43,,48, 58

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится согласно графику, которая направлена на оценку сформированности компетенций ОПК.2.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (РГЗ), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ, контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой,

приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ОПК.2, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных систем управления
Кафедра автоматики
Кафедра вычислительной техники

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика», 4 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-26, второй вопрос из диапазона вопросов 27-58 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика»

1. Основные понятия теории вероятностей: события, вероятность события, частота события, случайная величина.
2. Случайная величина имеет плотность распределения: $f(x) = a(\exp(-\lambda|x|))$, $\lambda > 0$. Определите коэффициент "a", получите функцию распределения, найдите математическое ожидание и дисперсию.
3. Посещаемость практических занятий студентами некоторой группы в течении 12 дней характеризуется следующими данными: $X_{(12)} = \{9; 9; 8; 8; 9; 9; 9; 10; 9; 11; 10; 9\}$. Можно ли считать, что изменение посещаемости вызвано случайными причинами? Принять $\alpha = 0.05$.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает

принципиальные
оценка составляет до 10 баллов.

ошибки,

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10-20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 21-30 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 31-40 баллов.

3. Шкала оценки

К экзамену допускаются студенты, набравшие не менее 40 баллов по результатам текущего рейтинга. Максимальное значение текущего рейтинга 60 баллов складывается: Контрольная работа до 30 баллов, РГЗ - до 30 баллов

Итоговая оценка определяется: менее 50 баллов - неудовлетворительно; 50-72 (удовлетворительно), 73-87 (хорошо), 88-100 (отлично).

Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS :

Оценка ECTS	Диапазон баллов рейтинга	Оценка
A+	99-100	Отлично <u>88-100</u>
A	93-98	
A-	90-92	
B+	88-89	Хорошо <u>73-87</u>
B	83-87	
B-	80-82	
C+	78-79	
C	73-77	
C-	70-72	Удовлетворительно <u>50-72</u>
D+	68-69	
D	62-67	
D-	60-62	
E	50-59	
FX	25-49	Неудовлетворительно
F	0-24	Без права пересдачи!

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория вероятностей и математическая

статистика»

1. Этапы возникновения и развития современной теории вероятностей.
2. Основные понятия и задачи теории вероятностей:
3. Вычисление вероятностей в пространстве равновозможных и не равновозможных исходов. Правила вычислений вероятностей на основе комбинаторного подхода и алгебры событий
4. Основные модели вероятностных экспериментов, способы их построения и применения для решения основных задач теории вероятности.
5. Сформулируйте аксиоматическое определение вероятности и перечислите свойства вероятности.
6. Сумма и произведение событий, теоремы сложения и умножения вероятностей.
7. Независимость событий. Какие события называются независимыми? Как записать условия их независимости?
8. Формула полной вероятности и теорема гипотез (формула Байеса).
9. Понятия непрерывной и дискретной случайной величины, способы ее задания: ряд вероятностей, функция вероятностей, функция распределения вероятностей и функция плотности распределения.
10. Числовые характеристики случайных величин, назначение и виды
11. Функция распределения; квантиль и α -процентная точка распределения.
12. Числовые характеристики случайных величин: центра распределения, рассеивания и формы распределения.
13. Математическое ожидание и его свойства.
14. Дисперсия и её свойства.
15. Моменты случайных величин, назначение и виды
16. Дискретные случайные величины. Ряд, многоугольник и функция распределения.
17. Схема независимых испытаний. Биноминальный закон распределения. Закон Пуассона.
18. Непрерывные случайные величины. Функция и плотность распределения.
19. Равномерное распределение, его графическое изображение и числовые характеристики.
20. Нормальный закон распределения, его графическое изображение и числовые характеристики. Стандартная нормальная случайная величина.
21. Применение законов распределения случайных величин для решения основных задач теории вероятностей
22. Общее и особенное в изучении свойств одномерных и многомерных случайных величин.
23. Определение, виды и способы задания многомерных СВ (случ. вектора).
24. Что такое условное распределение? Задание условного распределение для дискретных сл. величины и непрерывных сл. величин?

25. Числовые характеристики многомерных случайных величин, назначение и виды.
26. Дайте определение условного математического ожидания и дисперсии многомерной сл. величины. Каков геометрический и вероятностный смысл линейной регрессии ξ на η ?
27. Независимые и зависимые случайные величины: ковариация, корреляция, коэффициент корреляции
28. Определение парного коэффициента корреляции, его свойства.
29. Что представляет собой линия регрессии для нормального закона распределения? Какова геометрическая роль его параметров распределения и уравнения регрессии?
30. Чем отличается функциональная и вероятностная зависимость между случайными величинами?
31. Определение закона распределения функции случайного аргумента.
32. Определение числовых характеристик функции случайного аргумента.
33. Задание и интерпретация типовых законов распределения: Стьюдента, χ^2 , Фишера.
34. Сходимость последовательности случайных величин и закон больших чисел
35. Закон больших чисел и центральная предельная теорема.
36. Общая характеристика центральной предельной теоремы и её роль в математической статистике.
37. Общая характеристика закона больших чисел и его роль в математической статистике.
38. Основные неравенства теории вероятностей.
39. Основные задачи теории вероятностей и математическая статистика.
40. Основные задачи математической статистики и теория вероятностей.
41. Понятие генеральной совокупности и выборки. Способы представления выборок.
42. Выборка и её роль в статистическом анализе эмпирических данных.
43. Сущность выборочного метода, основные выборочные характеристики (среднее арифметическое, дисперсия, эмпирическое распределение и т.д.).
44. Точечные оценки вероятности, математического ожидания, дисперсии. Свойства и методы точечных оценок.
45. Состоятельные, не смещенные и эффективные оценки; оценивание среднего значения и дисперсии.
46. Понятие доверительной вероятности и доверительного интервала, методы оценивания доверительных интервалов.
47. Понятие статистической гипотезы и статистического критерия, типовая процедура и характеристики результатов проверки статистических гипотез.
48. Метод максимального правдоподобия и его применение для оценивания параметров распределения и проверки статистических гипотез.
49. Параметрические гипотезы, критерии согласия Пирсона и Колмогорова.

50. Методы корреляционно-регрессионного анализа и его применения.
51. Применение условных математических ожиданий и дисперсий для анализа эмпирических данных методами мат. статистики.
52. Решение каких задач математической статистике основывается на использовании условных распределений?
53. Закон распределения вероятностей в теории вероятностей и математической статистике
54. Стохастическая (вероятностная) связь между случайными величинами и регрессионный анализ.
55. Общность и различие вероятностных и статистических методов исследования вероятностных экспериментов.
56. Математическое ожидание и дисперсия СВ в решениях задач оценки параметров и проверки гипотез.
57. Определение характера и параметров законов распределений в математической статистике.
58. Средства и системы автоматизации статистического анализа данных.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика», 4 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по 4 темам и включает 10 задач. Выполняется письменно

Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если решены менее 3 задач. Оценка составляет **до 5** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если решены 3-5 задач. Оценка составляет **6-13** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если решены 6-8 задач всех тем. Оценка составляет **14-23** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если решены 9-10 задач из всех тем. Оценка составляет **24-30** баллов.

2. Шкала оценки

Максимальное число баллов - 30

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

3. Пример варианта контрольной работы

Задание 1

Тема 1 Вычисление вероятностей случайных событий

1. Из 20 вопросов, входящих в экзаменационный билет, студент подготовил 17. Найти вероятность того, что студент ответил правильно на экзаменационный билет, состоящий из 2-х вопросов.
2. В группе из 25 человек 10 учатся на «отлично», 8 на «хорошо» и 7 на «удовлетворительно». Найти вероятность того, что из взятых наугад 8 человек 3 человека учатся на «отлично».
3. В первом ящике содержится 20 деталей, из них 10 стандартных, во втором – 30 деталей, из них 25 стандартных и в третьем – 10 деталей, из них 8 стандартных. Из случайно взятого ящика наугад взята одна деталь, которая оказалась стандартной. Найти вероятность того, что она взята из второго ящика.

Тема 2 Типовые законы распределения вероятностей случайных величин

4. Вероятность выигрыша в лотерею на один билет равна p . Куплено n билетов. Найти наивероятнейшее число выигравших билетов и соответствующую вероятность.

5. Имеется 6 ключей, из которых только один подходит к замку. Найти закон распределения СВ ξ , равной числу проб при открывании замка, если испробованный ключ в последующих пробах не участвует. Построить многоугольник распределения.

6. Найти $M[\xi]$ и $\sigma[\xi]$ НСВ, имеющей плотность вероятности:

$$f(x) = 1/(3\sqrt{2\pi}) \exp(-(x+2)^2/18)$$

Указать интервал, симметричный относительно $M[\xi]$ в который попадает случайная величина ξ с вероятностью $p=0,9973$.

7. Дана плотность распределения $f(x)$ случайной величины ξ : $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{c-a}, & x \in [a, b], \\ 0, & x \notin [a, b]. \end{cases}$

Найти параметр c , математическое ожидание $M[\xi]$ и дисперсию $D[\xi]$.

Тема 3 Распределения двумерных случайных величин

8. Двумерная случайная величина (ξ, η) имеет равномерное распределение вероятностей в треугольной области ABC, т. е.

$$f(x, y) = \begin{cases} 1/S, & \text{если } (x, y) \in ABC, \\ 0, & \text{если } (x, y) \notin ABC, \end{cases}$$

где S - площадь треугольника ABC. Определить условные математические ожидания $M[\eta|\xi=x]$ и коэффициент корреляции r . Декартовы координаты вершин треугольника ABC

x_A	y_A	x_B	y_B	x_C	y_C
0	0	1	1	1	-1

9. Независимые случайные величины ξ и η заданы законами распределений.

X_ξ	-1	3	4		Y_η	2	5
$P\{\xi=x_i\}$	0,2	0,2	0,6		$P\{\eta=y_j\}$	0,4	0,6

Определить математическое ожидание ξ и η . Составить закон распределения случайной величины $\zeta = \xi + \eta$. Построить многоугольник распределения вероятностей случайной величины ζ . Определить математическое ожидание ζ .

4 Тема Функция случайного аргумента

10. Случайная величина ξ имеет плотность распределения вероятностей $f(x)$. Найти плотность распределения вероятностей $f(y)$ случайной величины $\eta = \varphi(\xi)$.

$f(x)$	$y = \varphi(x)$
$\frac{1}{\pi(1+x^2)}$	$y = 2x+3$

Задание 2

Тема 1 Вычисление вероятностей случайных событий

- В магазине продается 4 магнитофона. Вероятность того, что они выдержат гарантийный срок, соответственно, равны: 0,91; 0,9; 0,95; 0,94. Найти вероятность того, что взятый наудачу магнитофон выдержит гарантийный срок.
- Из 15 билетов выигрышными являются 2. Найти вероятность того, что из 10 билетов выигрышным является один.
- В магазин поступают телевизоры четырех заводов. Вероятность того, что в течение года телевизор не будет иметь неисправность, равна: для первого завода 0,9, для

второго 0,8, для третьего 0,8 и для четвертого 0,99. Случайно выбранный телевизор в течение года вышел из строя. Какова вероятность того, что он изготовлен на первом заводе?

Тема 2 Типовые законы распределения вероятностей случайных величин

4. Вероятность «сбоя» в работе телефонной станции при каждом вызове равна p . Поступило n вызовов. Определить вероятность m «сбоев».
5. Вероятность того, что стрелок попадет в мишень при одном выстреле, равна 0,9. Стрелку выдаются патроны до тех пор, пока он не промахнется. Требуется: а) составить закон распределения дискретной случайной величины ξ - числа патронов, выданных стрелку; б) найти наивероятнейшее число выданных стрелку патронов.
6. $M[\xi]$ и $\sigma[\xi]$ нормального распределения СВХ соответственно равны 10 и 2. Найти вероятность того, что в результате испытания ξ примет значение, заключенное в интервале (12,14).
7. Дана плотность распределения $f(x)$ случайной величины ξ :
$$f(x) = \begin{cases} a, & x \in [c, b], \\ 0, & x \notin [c, b]. \end{cases}$$

Найти параметр c , функцию распределения случайной величины ξ , вероятность выполнения неравенства $x_1 < \xi < x_2$.

Тема 3 Распределения двумерных случайных величин

8. Двумерная случайная величина (ξ, η) имеет равномерное распределение вероятностей в треугольной области ABC, т. е.

$$f(x, y) = \begin{cases} 1/S, & \text{если } (x, y) \in ABC, \\ 0, & \text{если } (x, y) \notin ABC, \end{cases}$$

где S - площадь треугольника ABC. Определить условные математические ожидания $M[\eta|\xi=x]$ и коэффициент корреляции r . Декартовы координаты вершин треугольника ABC

x_A	y_A	x_B	y_B	x_C	y_C
0	0	-1	1	1	1

9. Независимые случайные величины ξ и η заданы законами распределений.

X_ξ	2	7	9		Y_η	0	1
$P\{\xi=x_i\}$	0,5	0,3	0,2		$P\{\eta=y_j\}$	0,7	0,3

Определить математическое ожидание ξ и η . Составить закон распределения случайной величины $\zeta = \xi + \eta$. Построить многоугольник распределения вероятностей случайной величины ζ . Определить математическое ожидание ζ .

4 Тема Функция случайного аргумента

10. Случайная величина ξ имеет плотность распределения вероятностей $f(x)$. Найти плотность распределения вероятностей $f(y)$ случайной величины $\eta = \varphi(\xi)$

$f(x)$	$y = \varphi(x)$
$\begin{cases} \frac{2}{\pi} \cos^2 x, & x \in \left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right), \\ 0, & x \notin \left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right) \end{cases}$	$y = 2x + 3$

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика», 4 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты статистический анализ и обоснование закономерностей в эмпирических данных в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести анализ выборок, выбрать и обосновать способ статистических оценок параметров распределений и функций регрессии, проверить основные статистические гипотезы на основе собственно разработанных программ.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Статистический анализ и сравнение одномерных выборок.
2. Статистический анализ и построение регрессионных зависимостей эмпирических данных.

Оцениваемые позиции: качество статистических оценок и проверки статистических гипотез, эффективность программных средств анализа и визуализации данных, умение подготовки отчетных аналитических материалов.

2. Критерии оценки

Максимальное количество баллов 30 баллов.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, а выполненные содержат ошибки, нет убедительного обоснования расчетных соотношений и основных результатов оценок и проверки статистических гипотез, характеристик программной реализации и качества результатов вычислений, оценка составляет до 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: задание выполнено в не полном объеме и без грубых ошибок, убедительного обоснования расчетных соотношений, основных оценок и проверки статистических гипотез мало убедительны, отсутствует четкий выбор характеристик программной реализации и качества результатов вычислений, оценка составляет 6-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задание выполнено в полном объеме с без ошибок и с обоснованием расчетных соотношений и основных характеристик качества результатов вычислений и программ, оценка составляет 14-22 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задание выполнено в полном объеме, с четким обоснованием расчетных соотношений и характеристик качества результатов вычислений, разработанные программные средства позволяют реализовывать высоко эффективные вычисления и вычислительные эксперименты для исследования свойств средств статистического анализа, оценка составляет 23-30 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Максимальное значение текущего рейтинга складывается: КР до 30 баллов, РГЗ - до 30 баллов.

Итоговая экзаменационная оценка определяется: менее 50 баллов - неудовлетворительно; 50-72 (удовлетворительно), 73-87 (хорошо), 88-100 (отлично).

4. Примерный перечень тем РГЗ

ТЕМА: Применение статистических методов для анализа и обоснования закономерностей в эмпирических данных.

Часть 1. Статистический анализ и сравнение одномерных выборок

1. Цель и задачи части 1

Цель: Изучение и приобретение практических навыков применения основных методов математической статистики для определения законов распределения, оценок характеристик и проверки статистических гипотез о свойствах одномерных выборок.

Задачи:

- Предварительной обработки и графического представления статистических данных.
- Выбора необходимых методов и средств для вычисления основных выборочных характеристик и оценок параметров распределения одномерных выборок.
- Решения прикладных задач на основе проверки статистических гипотез.

2. Общее описание задания 1

При выполнении задания 1 необходимо провести обработку статистических данных с целью получения ответа на те вопросы, которые были поставлены перед статистиком-аналитиком в каждом конкретном случае (в соответствии с вариантом задания).

Исходные данные представлены результатами наблюдений в виде простой не сгруппированной выборки или в виде интервального вариационного ряда (табл.1)

Таблица 1

X_j	X_1	X_2		X_k
N_j	n_1	n_2		n_k

По данным наблюдений таблиц или исходных выборок необходимо:

1. Провести предварительную обработки и графически представить статистические данные задания
 - 1.1. Вычислить статистики (оценки) положения, рассеяния; коэффициенты формы распределения.
 - 1.2. Провести идентификацию статистической модели и подобрать аппроксимирующие кривые распределения, используя нормальный и другие законы распределения, например, равномерный и/или показательный.
 - 1.3. Проанализировать исходные данные и результаты расчетов, сделать предварительные (интуитивные) выводы о свойствах выборок задания.
2. Осуществить поиск ответов на вопросы прикладных задач на основе проверки статистических гипотез
 - 2.1. Количественными методами оценить качество и достоверность предварительные выводы о свойствах выборок.
 - 2.2. Сформулировать и провести проверку статистических гипотез об оценках параметров нормального и согласия эмпирических распределений теоретическим, достаточных для ответов на содержательные (прикладные) вопросы задания.
 - 2.3. Провести анализ результатов расчетов, сделать выводы о проделанном статистическом анализе и

сравнении одномерных выборок на основе закономерностей эмпирических данных.

3. Вариант задания

Процесс извлечения гелия.

Исследуется работа промышленных агрегатов по процессу извлечения гелия (He) из природного Оренбургского газа. Целью работы установки является более полное (близкое к 100%), извлечение гелия. Технологический процесс считается отлаженным, если в готовом продукте (баллоне с гелием) содержится не менее 99% He (или 0,99 He и только 0,01 примесей); качество продукта считается очень хорошим, если извлечено более 99,8% He. Испытываются два технологических режима N1 и N2 для того, чтобы выбрать лучший по признаку наибольшего процента извлечения гелия. Кроме того, необходимо повысить точность измерений, поэтому испытанию подвергаются два способа измерений: А и В. Еще одной целью исследования является установление стандарта на процент гелия (интервальная оценка математического ожидания), который может быть задан для изучаемого производственного процесса.

Результаты наблюдений в различных ситуациях представлены таблицами 1.2 - 1.5 (данные представлены в абсолютных единицах).

Таблица 1.2

Технология N1, способ А; $N_1 = 210$

%He; X_j	98,50	98,75	98,80	98,93	98,99	99,10	99,20	99,32	99,40	99,55	99,65	99,90	99,98
n_j	10	10	15	20	25	30	20	20	15	15	5	15	10

Таблица 1.3

Технология N2, способ В; $N_2 = 120$

%He; X_j	98,30	98,50	98,72	98,91	99,00	99,15	99,2	99,50	99,72	99,85	99,86
n_j	2	2	4	10	6	10	24	30	26	4	2

Таблица 1.4

Технология N1, способ В; $N_3 = 42$

%He; X_j	0,9843	0,9850	0,9871	0,9882	0,9922	0,9954	0,9973	0,9992
n_j	1	2	10	6	12	6	4	1

Таблица 1.5

Технология N2, способ А; $N_4 = 25$

%He; X_j	0,9862	0,9883	0,9900	0,9945	0,9962	0,9971	0,9984	0,9990	0,9993
n_j	1	3	3	5	6	3	2	1	1

Сформулируйте и проверьте статистические гипотезы, на основании которых можно выяснить:

- отличаются ли технологические режимы N1 и N2 и если да, то какой из них лучше?
- отличаются ли способы измерений А и В, какой из них точнее?
- какой стандарт можно установить на процентное содержание гелия?
- какое число измерений достаточно для того, чтобы определить, соответствует ли продукция стандарту?

Условия выполнения вариантов 1.2-1.5 (табл.1.6).

Таблица 1.6

Условия	1.1	1.2	1.3	1.4
Уровень значимости α	0,01; 0,05	0,005; 0,05	0,02; 0,05	0,025; 0,05
Точность вычислений (число знаков после запятой)	3	4	3	4

Часть 2. Статистический анализ и построение регрессионных зависимостей эмпирических данных

1. Цель и задачи части 2.

Цель: Изучение и приобретение практических навыков применения основных приемов регрессионного анализа для создания и применения математической (факторной) модели эмпирических многомерных данных в виде функциональной зависимости.

Задачи:

- Предварительной обработки и графического представления многомерных статистических данных для определения факта существования функциональной зависимости в исходных данных.
- Выбора вида и определение параметров функциональной (регрессионной) зависимости.
- Проверка адекватности и качества оценок параметров модели.
- Отбор для прогнозирования лучшей модели регрессионной зависимости из заданного класса.
-

Замечание. Важно иметь в виду, что "анализ и построение функциональной зависимости по эмпирическим данным" – обычно это следующий этап статистического исследования после "анализа одномерных выборок".

2. Общее описание задания 2

Объект исследования может быть представлен факторной моделью (рис.1).

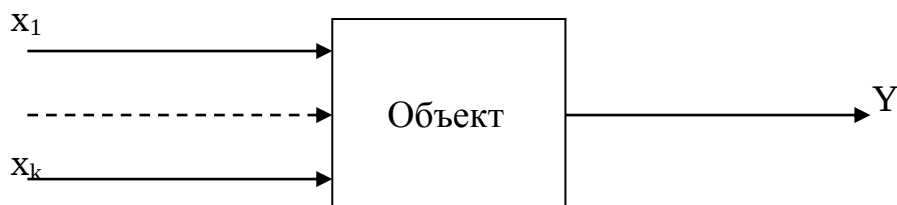


Рис. 1. Объект исследования

На рис. 1: $X = \{x_j\}$, $j=1..k$ - входы объекта (независимые факторы, заданы в относительных или абсолютных единицах измерений); Y - выход объекта (некоторый технический, производственный, экономический, социальный, экологический и т.п. показатель функционирования, задан в абсолютных единицах).

Объект подвергается сериям испытаний или наблюдению в процессе его естественного функционирования. В результате накапливаются данные по $i=1..N$ опытам: $X = \{x_{ij}\}$ и соответствующие им Y_i (табл.2).

Таблица 2

№ опыта	Факторы	Значение показателя Y
1	$x_{1,1}...x_{1,k}$	Y_1
·	· · ·	·
·	· · ·	·
N	$x_{N,1}...x_{N,k}$	Y_N

Целью наблюдений является построение по данным таблицы 2 регрессионной модели

$$\hat{Y} = f(\vec{B}, \vec{X}),$$

где $f(B, X)$ - функция отклика, чаще всего имеющая вид полинома:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{\substack{j,i=1 \\ j \neq i}}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{j=1}^k b_{jj} x_j^2 + \dots,$$

b - оценки коэффициентов β "истинной" регрессии:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_j + \sum_{\substack{j,i=1 \\ j \neq i}}^k \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{j=1}^k \beta_{jj} x_j^2 + \dots$$

Регрессионные модели могут быть построены и использованы, если выполнены постулаты регрессионного анализа (условия Гаусса-Маркова). Для проверки выполнения постулатов используются данные табл.3.

Таблица 3

Фиксированные наборы значений $X=\{x_j\}$	Значение показателя Y при $j=1..m$ опытах
$x_1 = \{x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{1,k1}\}$ $x_2 = \{x_{2,1}, x_{2,2}, \dots, x_{2,k2}\}$ $\dots$	$y_1 = \{y_{1,1}, y_{1,j}, \dots, y_{1,m1}\}$ $y_2 = \{y_{2,1}, y_{2,j}, \dots, y_{2,m2}\}$ $\dots$

Регрессионная модель в зависимости от входящих в нее факторов x_j может быть использована:

- для управления объектом;
- для прогнозирования его состояния;
- для объяснения физики явлений.

Прежде чем использовать модель, необходимо провести ее анализ: проверить адекватность модели, значимость коэффициентов регрессии, выбрать наилучшее уравнение регрессии, дать физическую интерпретацию модели и показать возможности ее применения для решения прикладных задач.

3. Варианты задания

Процесс извлечения гелия.

Исследуется работа промышленных агрегатов по процессу извлечения гелия (He) из природного Оренбургского газа. Целью исследования является определение зависимости выходного показателя Y (% извлечения гелия, %He), от технологических переменных X_1 (температура, °C) и X_2 (давление, атм.). В реальных условиях процент извлечения гелия зависит от сотен технологических факторов. В настоящей работе исследуется одна из простейших производственных ситуаций. Из многих переменных выбраны только две, используемые на последних этапах процесса извлечения. Данные наблюдений приведены в таблице. Величины Y заданы в абсолютных единицах, X_2 и X_1 - в относительных (абсолютные значения: $X_1 \in [-250^\circ\text{C}; -230^\circ\text{C}]$; $X_2 \in [4,4 \text{ атм.}; 5,0 \text{ атм.}]$). Определенные наборы значений X_1 и X_2 при фиксированных значениях других параметров соответствуют различным технологиям производства. Предполагается, что измерения достаточно точны и погрешность невелика. Необходимо найти зависимость $Y = f(X_1, X_2)$, оцениваемую результатами наблюдений, и определить значения X_1 и X_2 , обеспечивающие заданный номинал $Y_{\text{ном.}} = 99,8; 99,5; 99,9; 99,85$. Определить точность ε , с которой достигается это значение.

Таблица 4

№	X_{1i}	X_{2i}	Y_i
1.	3	7	99,25
2.	3	7	99,35
3.	3	7	99,10
4.	6	3	98,50
5.	6	3	98,70
6.	5	6	99,00
7.	7	4	98,50
8.	7	4	98,00
9.	7	4	98,40
10.	4	6	98,75
11.	5	5	98,75
12.	5	5	98,60
13.	5	5	98,55
14.	3	8	99,75
15.	3	8	99,60

16.	10	1	97,50
17.	1	10	99,98
18.	1	10	99,50
19.	8	2	97,80
20.	2	9	99,85
21.	2	9	99,70
22.	9	1	97,75
23.	9	1	98,25
24.	9	1	97,90
25.	2	10	99,95
26.	2	10	99,85
27.	6	8	99,25
28.	6	8	99,35
29.	3	6	99,20
30.	3	6	99,40