

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**

Кафедра математики

Составители  
В. А. Гоголин  
И. А. Ермакова

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Методические материалы**

Рекомендовано учебно-методической комиссией направлению  
подготовки 10.05.03 Информационная безопасность автоматизиро-  
ванных систем в качестве электронного издания  
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2018

Рецензент(ы) Волков В.М. – кандидат ф.-м. наук, доцент кафедры математики ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»  
Николаева Е. А. – кандидат ф.-м. наук, доцент кафедры математики ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

**Гоголин Вячеслав Анатольевич**

**Ермакова Инна Алексеевна**

**Математическая статистика и математическое моделирование в профессиональной деятельности [Электронный ресурс]:** методические материалы для специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем очной формы обучения / сост. В.А. Гоголин, И.А. Ермакова; КузГТУ. – Электрон. издан. – Кемерово, 2018.

Приведен теоретический и практический материал, необходимый для успешного изучения дисциплины.

Назначение издания – помощь обучающимся в получении знаний в области математических методов для повышения информационной безопасности автоматизированных систем.

© КузГТУ, 2018

© Гоголин В. А., Ермакова И. А.,  
составление, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<u>ПРЕДИСЛОВИЕ</u>	4
1. <u>СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	4
1.1. Содержание дисциплины в соответствии с учебным планом	7
1.2. Содержание тем лекционных занятий	7
1.3. Содержание практических занятий	8
1.4. Содержание самостоятельной работы	13
1.5. Варианты задач для самостоятельной работы	14
2. <u>ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРИ ТЕКУЩЕМ КОНТРОЛЕ</u>	29
3. <u>ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕНА)</u>	33
4. <u>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	36
4.1. Основная литература	36
4.2. Дополнительная литература	36
4.3. Программное обеспечение и интернет-ресурсы	37

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью освоения дисциплины «Математическая статистика и математическое моделирование в профессиональной деятельности» является приобретение обучающимися знаний теории и практики в области математических методов, применяемых для оптимальной организации производства.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление обучающихся с необходимостью и эффективностью использования современных статистико-математических методов для моделирования и прогнозирования различных организационно-технических процессов;
- ознакомление обучающихся с основными типами математических моделей и этапами математического моделирования;
- получение обучающимися систематических знаний по парному и множественному регрессионному анализу; по анализу временных рядов для повышения эффективности организационно-технических процессов;
- выработка обучающимися навыков умения самостоятельно изучать учебную и научную литературу по математическому моделированию.

### **Освоение дисциплины направлено на формирование: общекультурных компетенций:**

ОПК-2 – владеть способностью корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники

Знать: методы обработки информации

Уметь: самостоятельно получать знания

Владеть: математическим аппаратом для решения практических задач профессиональной деятельности

ОПК-8 – владеть способностью к освоению новых образцов программных, технических средств и информационных технологий

Знать: простейшие программы для статистической обработки экспериментальных данных

Уметь: осуществлять сбор статистической информации с использованием пакетов прикладных программ

Владеть: способностью вести организацию и освоение новых технологических процессов

**профессиональных компетенций:**

ПК-1 – владеть способностью осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке

Знать: методы анализа и систематизации информации

Уметь: использовать различные источники информации

Владеть: необходимым математическим аппаратом

**В результате освоения дисциплины обучающийся в общем по дисциплине должен**

Знать:

- методы обработки информации;
- простейшие программы для статистической обработки экспериментальных данных;
- методы анализа и систематизации информации.

Уметь:

- самостоятельно получать знания;
- осуществлять сбор статистической информации с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать различные источники информации.

Владеть:

- математическим аппаратом для решения практических задач профессиональной деятельности;
- способностью вести организацию и освоение новых технологических процессов;
- необходимым математическим аппаратом.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Содержание дисциплины в соответствии с учебным планом

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины «Математическая статистика и математическое моделирование в профессиональной деятельности» предусматривает проведение лекционных, практических занятий, самостоятельной работы обучающихся очной формы обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов).

Итоговый контроль – экзамен по дисциплине.

Распределение часов по темам лекционных занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение часов по темам лекционных занятий

Раздел дисциплины (темы лекций)	Трудоемкость в часах
1. Основные понятия математической статистики	2
2. Основные виды распределения случайной величины	2
3. Проверка статистических гипотез	2
4. Интервальные оценки параметров распределения случайных величин	4
5. Основные этапы математического моделирования	2
6. Модели линейной и нелинейной парной регрессии	4
7. Модель линейной множественной регрессии	6
8. Математические модели временных рядов	4
Итого	26

## 1.2. Содержание тем лекционных занятий

Основные понятия математической статистики. Гистограмма. Точечные оценки параметров распределения случайных величин. Мода, медиана, размах выборки.

Основные виды распределения случайной величины: равномерное, нормальное, показательное.

Нахождение минимального объема выборки. Проверка гипотезы о принадлежности наблюдения к остальным наблюдениям. Проверка гипотезы о виде распределения случайной величины.

Интервальная оценка параметров распределения случайных величин. Доверительный интервал, доверительная вероятность, точность оценки.

Сущность метода наименьших квадратов. Модель линейной парной регрессии: вычисление коэффициентов регрессии, проверка значимости коэффициентов и уравнения регрессии. Коэффициент детерминации и проверка его значимости. Парная нелинейная регрессия. Линеаризующие преобразования, выбор наилучшего уравнения.

Модель множественной линейной регрессии. Мультиколлинеарность факторов, ее последствия и устранение.

Временные ряды, общие понятия, сглаживание ряда. Проверка гипотезы о наличии тренда у временного ряда. Моделирование сезонных колебаний. Автокорреляция временного ряда.

### 1.3. Содержание практических занятий

Распределение часов по темам практических занятий обучающихся приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение часов по темам практических занятий

Раздел дисциплины, темы занятий	Трудоемкость в часах
Обработка выборки. Нахождение среднего значения, дисперсии и среднего квадратического отклонения для заданной выборки	2
Построение графиков функции и плотности распределения вероятностей для нормального, показательного, равномерного распределений	2
Проверка гипотезы о виде распределения случайной величины. Нахождение необходимого числа экспериментов. Проверка гипотезы о принадлежности «выброса» генеральной совокупности	4
Нахождение интервальных оценок параметров распределения случайных величин	2
Модели линейной и нелинейной парной регрессии. Вычисление оценок для коэффициентов линейной	4

Раздел дисциплины, темы занятий	Трудоемкость в часах
парной регрессии на основе метода наименьших квадратов. Коэффициент детерминации и проверка его значимости. Ошибка аппроксимации.	
Модель линейной множественной регрессии. Вычисление оценок для коэффициентов линейной множественной регрессии на основе метода наименьших квадратов. Коэффициент детерминации.	4
Мультиколлинеарность модели множественной регрессии. Методы отбора значимых объясняющих переменных множественной регрессии. Фиктивные переменные в линейной множественной регрессии. Частная корреляция. Проверка значимости и адекватность построенных регрессионных моделей.	4
Временные ряды и их числовые характеристики. Стационарные временные ряды. Выделение трендовой составляющей временного ряда. Выделение периодических составляющих временного ряда. Построение авторегрессионных моделей временного ряда	4
Итого	26

При подготовке к практическим занятиям обучающиеся самостоятельно изучают основную и дополнительную литературу, готовят конспекты по темам, предложенным преподавателем.

На практических занятиях преподаватель осуществляет контроль подготовки качества знаний обучающегося, используя опрос, обсуждение вопросов по темам изучаемой дисциплины, защиту самостоятельно выполненных задач.

По результатам изучения тем текущий контроль осуществляется посредством проведения контрольных работ, в ходе которых обучающиеся письменно отвечают на поставленные вопросы и задачи.

Вариант заданий самостоятельной работы выдается преподавателем после собеседования. Задания рекомендуется выполнять в EXCEL, выполненные задания должны содержать распечатки решения с объяснениями полученных результатов и выводами.

### Задачи для решения

1. Для заданной выборки найти среднее значение, дисперсию и среднее квадратическое отклонение:

$X$  – себестоимость работ,  $X = 200, 300, 250, 500, 1000, 350$  руб.

2. Построить графики функции и плотности распределения вероятностей для нормального, показательного, равномерного распределений, если известны параметры генеральной совокупности.

а) для нормального распределения:  $M(x) = 2$ ,  $\sigma = 1$ ;

б) для равномерного распределения:  $a = 1$ ,  $b = 5$ ;

в) для показательного распределения:  $\lambda = 2$ .

Найти вероятности попадания величины в заданный интервал:  $0 < X < 3$ .

3. Подбор закона распределения исследуемой величины (вычисление теоретических частот и проверка гипотезы о виде распределения).

3.1. При заданном уровне значимости проверить гипотезу  $H_0$ : величина имеет **нормальное** распределение при  $H_1$ : не имеет нормальное распределение,  $\alpha = 0,05$ .

интервал	$[-1; 1)$	$[1; 3)$	$[3; 5)$	$[5; 7)$	$[7; 11]$
частота	5	7	11	9	8

Если гипотеза  $H_0$  принята, то найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал:  $0 < X < 5$ .

3.2. При заданном уровне значимости проверить гипотезу  $H_0$ : величина имеет **равномерное** распределение при  $H_1$ : не имеет равномерного распределения,  $\alpha = 0,05$ .

интервал	$[-2; 2)$	$[2; 6)$	$[6; 10)$	$[10; 14]$
частота	11	8	12	9

Если гипотеза  $H_0$  принята, то найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал:  $3 < X < 7$ .

3.3. При заданном уровне значимости проверить гипотезу  $H_0$ : величина имеет **показательное** распределение при  $H_1$ : не имеет показательного распределения,  $\alpha = 0,05$ .

интервал	$[0; 2)$	$[2; 4)$	$[4; 8)$	$[8; 12)$	$[12; 20]$
частота	39	27	20	8	6

Если гипотеза  $H_0$  принята, то найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал:  $3 < X < 7$ .

4. Построить доверительный интервал для оценки математического ожидания с надежностью 0,95, предполагая, что  $X$  имеет нормальное распределение.

ин- тервал	[-1; 1)	[1; 3)	[3; 5)	[5; 7)	[7; 11]
ча- стота	5		1		8

5. Произведено несколько измерений некоторой величины. Требуется, чтобы среднее измеряемое значение  $\bar{x}$  отличалось от генерального среднего не более чем на величину  $\Delta$ . Найти минимальное число экспериментов, чтобы это требование выполнялось с вероятностью  $\gamma = 0,95$ .

$$X = 6, 7, 5, 8, 5, 6, \Delta = 2.$$

6. Произведено несколько измерений величины, среди которых одно  $x_0$  выделяется в большую (меньшую) сторону. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить  $H_0$ :  $x_0$  принадлежит остальным наблюдениям;  $H_1$ :  $x_0$  не принадлежит остальным наблюдениям.

$$X = 8, 6, 5, 7, 8, 8, 13; x_0 = 13.$$

7. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Построить диаграмму рассеивания, найти уравнение линейной парной регрессии, коэффициент корреляции, проверить его значимость. Найти интервальные оценки для коэффициентов линейной парной регрессии, проверить их значимость. Построить линию регрессии на диаграмме рассеивания. Провести анализ остатков и сделать вывод об адекватности модели.

X	-1	0	1	2	4
Y	5	3	-1	0	-2

8. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Построить диаграмму рассеивания, найти уравнение парной нелинейной регрессии  $y = ax^2 + bx + c$ , проверить его значимость.

X	-1	1	3	4	5
Y	3	-8	0	11	25

9. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Найти уравнения парной линейной регрессии вида:  $y = a \ln x + b$ ,  $y = ax^b$ ,  $y = ab^x$ . Выбрать наилучшую модель, для нее вычислить среднюю ошибку аппроксимации. Вычислить прогнозное значение  $y$  для заданного  $x=4$ .

X	1	2	3	7	10
Y	1	3,5	4	5	5,3

10. Найти уравнение множественной регрессии  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$  и индекс детерминации. Найти интервальные оценки для коэффициентов линейной множественной регрессии. Проверить значимость коэффициентов и уравнения регрессии.

X1	X2	Y
1	3	5
2	4	3
0	1	5
2	0	0
1	3	5
0	2	7

11. Исследовать факторы  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  на мультиколлинеарность и исключить ее, найти наилучшее уравнение множественной регрессии, найти стандартизованные коэффициенты регрессии, выбрать наиболее значимый фактор.

X1	X2	X3	Y
0	1	3	6
-1	2	4	6
-3	0	1	0
4	2	5	20
5	3	6	25
1	3	7	22

12. Построить график временного ряда, сгладить ряд методом скользящих средних, построить график сглаженного ряда, проверить гипотезу о наличии линейного тренда, найти уравнение тренда, сделать прогноз на 4 шага вперед.

Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара
01.09.09	31,84	15.09.09	30,86
02.09.09	31,77	16.09.09	30,99
03.09.09	31,97	17.09.09	30,61
04.09.09	31,77	18.09.09	30,39
05.09.09	31,61	19.09.09	30,37
08.09.09	31,43	22.09.09	30,37
09.09.09	31,38	23.09.09	30,24
10.09.09	31,15	24.09.09	30,00
11.09.09	30,89	25.09.09	30,07
12.09.09	30,72	26.09.09	30,14

13. Построить график временного ряда, провести моделирование сезонных колебаний для аддитивной и мультипликативной моделей.

год	квартал	t	Ut
1	1	1	6
	2	2	4,4
	3	3	5
	4	4	9
2	1	5	7,2
	2	6	4,8
	3	7	6
	4	8	10
3	1	9	8
	2	10	5,6
	3	11	6,4
	4	12	11

#### 1.4. Содержание самостоятельной работы

*Цель самостоятельной работы обучающихся* – получить новые знания по дисциплине «Математические методы в инженерии»

*Задачи самостоятельной работы обучающихся:*

- изучение обучающимися статистико-математических методов для моделирования и прогнозирования различных организационно-технических процессов, использования разработанных пакетов программ;

- получение обучающимися дополнительных знаний по парному и множественному регрессионному анализу; по анализу временных рядов для повышения эффективности организационно-технических процессов;
- освоение обучающимися навыков умения самостоятельно изучать учебную и научную литературу по математическому моделированию.

Распределение часов самостоятельной работы обучающихся осуществляется в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Распределение часов самостоятельной работы по темам занятий

№ п/п	Вид СРС	Трудоемкость, часы
1	Изучение соответствующей литературы. Решение задач в соответствии с изучаемыми темами.	12
2	Изучение соответствующей литературы. Решение задач в соответствии с изучаемыми темами.	20
3	Изучение соответствующей литературы. Решение задач в соответствии с изучаемыми темами.	20
4	Изучение соответствующей литературы. Решение задач в соответствии с изучаемыми темами.	20
	Изучение соответствующей литературы. Решение задач в соответствии с изучаемыми темами.	20
<i>Всего</i>		92

Обучающиеся должны изучить литературу, подготовить и оформить задачи по тематике практических заданий, представленных в таблице 3. Задания рекомендуется выполнять в EXEL, выполненные задания должны содержать распечатки решения с объяснениями полученных результатов и выводами. Выполненные задания проверяются преподавателем и подлежат защите обучающимися.

Вариант задания, выполняемого обучающимся, определяется преподавателем.

### 1.5. Варианты задач для самостоятельной работы

1. Для заданной выборки найти среднее значение, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

Вариант	Задание
1	$X$ – число покупателей в день, $X = 230, 320, 250, 540, 820, 350, 740$ чел.
2	$X$ – число работников в фирме, $X = 28, 45, 25, 38, 29, 15, 18$ чел.
3	$X$ – зарплата работников в фирме, $X = 12, 15, 22, 18, 14, 28, 35, 48$ тыс. руб.
4	$X$ – расход электроэнергии, $X = 300, 285, 220, 340$ кВт.
5	$X$ – производительность, $X = 200, 185, 220, 280, 250, 230$ тыс. т.
6	$X$ – производительность, $X = 10, 18, 22, 12, 15, 12$ деталей в день.
7	$X$ – затраты в день, $X = 350, 385, 520, 1000, 480, 650$ руб.
8	$X$ – число пассажиров, $X = 120, 140, 90, 70, 100, 50$ чел.
9	$X$ – доход, $X = 25, 35, 40, 38, 48,30$ тыс. руб.
10	$X$ – число детей в семье, $X = 2, 3, 4, 1, 2, 1, 1$ .

2. Построить графики функции и плотности распределения вероятностей для нормального, показательного, равномерного распределений, если известны параметры генеральной совокупности.

а) для нормального распределения;

б) для равномерного распределения;

в) для показательного распределения.

Найти вероятности попадания величины в заданный интервал.

Вариант	а)	б)	в)	интервал
1	$M(x) = 2,5, \sigma = 0,8$	$a = 2, b = 8$	$\lambda = 2$	$0 < X < 3$
2	$M(x) = 1,5, \sigma = 2$	$a = 0, b = 3$	$\lambda = 1$	$1 < X < 4$
3	$M(x) = 3, \sigma = 1$	$a = 2, b = 6$	$\lambda = 0,5$	$0 < X < 4$
4	$M(x) = 2, \sigma = 0,5$	$a = -1, b = 6$	$\lambda = 2,2$	$-1 < X < 3$
5	$M(x) = 0,8, \sigma = 1,2$	$a = 1, b = 7$	$\lambda = 1,2$	$0 < X < 5$
6	$M(x) = 0, \sigma = 1,5$	$a = -1, b = 5$	$\lambda = 3$	$-2 < X < 1$
7	$M(x) = 2, \sigma = 1,4$	$a = 0, b = 8$	$\lambda = 1,5$	$0 < X < 3,5$

Вариант	а)	б)	в)	интервал
8	$M(x) = 1,8, \sigma = 1,6$	$a = -2, b = 2$	$\lambda = 1,25$	$1 < X < 3$
9	$M(x) = 2,5, \sigma = 1$	$a = 1, b = 3$	$\lambda = 1,8$	$0 < X < 2$
10	$M(x) = 0,8, \sigma = 0,3$	$a = -1, b = 4$	$\lambda = 0,8$	$-1 < X < 3$

3. Подбор закона распределения исследуемой величины (вычисление теоретических частот и проверка гипотезы о виде распределения).

3. При заданном уровне значимости проверить гипотезу  $H_0$ : величина имеет указанное распределение: распределение при  $H_1$ : не имеет указанного распределения,  $\alpha = 0,05$ . Если гипотеза  $H_0$  принята, то найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал  $[a; b]$ .

а) нормальное

Вариант	Задание							
1	$[x_k; x_{k+1})$	[0;4)	[4;8)	[8;12)	[12;16)	[16;20)	[20;24]	
	$m_k$	7	12	19	24	14	6	
2	$[x_k; x_{k+1})$	[0;3)	[3;6)	[6;9)	[9;12)	[12;15)	[15;18]	
	$m_k$	6	11	17	14	9	3	
3	$[x_k; x_{k+1})$	[1;4)	[4;7)	[7;10)	[10;13)	[13;16]		
	$m_k$	5	11	18	12	6		
4	$[x_k; x_{k+1})$	[-2;2)	[2;6)	[6;10)	[10;14)	[14;18]		
	$m_k$	7	12	20	13	8		
5	$[x_k; x_{k+1})$	[0;2)	[2;4)	[4;6)	[6;8)	[8;10]		
	$m_k$	6	10	18	12	6		
6	$[x_k; x_{k+1})$	[-1;3)	[3;7)	[7;11)	[11;15)	[15;19)	[19;25]	
	$m_k$	5	9	19	15	8	5	
7	$[x_k; x_{k+1})$	[0;1)	[1;2)	[2;3)	[3;4)	[4;5)	[5;6]	
	$m_k$	6	10	18	14	8	7	
8	$[x_k; x_{k+1})$	[-2;0)	[0;2)	[2;4)	[4; 6)	[6;8]		
	$m_k$	7	11	18	13	6		
9	$[x_k; x_{k+1})$	[1;4)	[4;7)	[7;10)	[10;13)	[13;16)	[16;19]	
	$m_k$	7	12	19	14	9	5	
10	$[x_k; x_{k+1})$	[0;6)	[6;12)	[12;18)	[18;24)	[24;30]		
	$m_k$	5	10	16	9	8		

## б) равномерное

Вариант	Задание							
1	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;4)$	$[4;8)$	$[8;12)$	$[12;16)$	$[16;20)$	$[20;24]$	
	$m_k$	10	12	16	14	8	11	
2	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;2)$	$[2;4)$	$[4;6)$	$[6;8)$	$[8;10)$	$[10;12]$	
	$m_k$	7	9	10	6	8	11	
3	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;5)$	$[5;10)$	$[10;15)$	$[15;20)$	$[20;25]$		
	$m_k$	6	9	8	10	11		
4	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;1)$	$[1;2)$	$[2;3)$	$[3;4)$	$[4;5]$		
	$m_k$	17	12	19	14	18		
5	$[x_k; x_{k+1})$	$[-2;4)$	$[4;10)$	$[10;16)$	$[16;22)$	$[22;28]$		
	$m_k$	13	12	16	14	8		
6	$[x_k; x_{k+1})$	$[-4;0)$	$[0;4)$	$[4;8)$	$[8;12)$	$[12;16)$	$[16;20]$	
	$m_k$	8	12	15	11	8	11	
7	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;3)$	$[3;6)$	$[6;9)$	$[9;12)$	$[12;15]$		
	$m_k$	15	12	19	14	18		
8	$[x_k; x_{k+1})$	$[1;4)$	$[4;7)$	$[7;10)$	$[10;13)$	$[13;16)$	$[16;19]$	
	$m_k$	7	12	9	11	8	10	
9	$[x_k; x_{k+1})$	$[-1;2)$	$[2;5)$	$[5;8)$	$[8;11)$	$[11;14)$	$[14;17]$	
	$m_k$	9	13	15	14	10	9	
10	$[x_k; x_{k+1})$	$[-3;1)$	$[1;5)$	$[5;9)$	$[9;13)$	$[13;17]$		
	$m_k$	8	14	9	14	8		

## в) показательное

Вариант	Задание							
1	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;4)$	$[4;8)$	$[8;12)$	$[12;16)$	$[16;20)$	$[20;34]$	
	$m_k$	17	11	8	7	6	5	
2	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;2)$	$[2;4)$	$[4;6)$	$[6;8)$	$[8;10)$	$[10;20]$	
	$m_k$	19	12	15	10	8	6	
3	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;3)$	$[3;6)$	$[6;9)$	$[9;12)$	$[12;15]$		
	$m_k$	21	17	13	7	5		
4	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;4)$	$[4;8)$	$[8;12)$	$[12;16)$	$[16;20]$		
	$m_k$	19	12	10	7	6		
5	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;5)$	$[5;10)$	$[10;15)$	$[15;20)$	$[20;25]$		
	$m_k$	20	15	10	17	5		
6	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;4)$	$[4;8)$	$[8;12)$	$[12;16)$	$[16;20)$	$[20;24]$	
	$m_k$	22	14	10	8	6	5	
7	$[x_k; x_{k+1})$	$[0;1)$	$[1;2)$	$[2;3)$	$[3;4)$	$[4;5]$		

	$m_k$	16	12	10	7	5		
8	$[x_k; x_{k+1})$	[0;2)	[2;4)	[4;6)	[6;8)	[8;10)	[10;12]	
	$m_k$	23	17	11	10	8	5	
9	$[x_k; x_{k+1})$	[0;3)	[3;6)	[6;9)	[9;12)	[12;15]		
	$m_k$	19	15	10	7	5		
10	$[x_k; x_{k+1})$	[0;4)	[4;8)	[8;12)	[12;16)	[16;20)	[20;24]	
	$m_k$	27	22	19	14	8	6	

4. Построить доверительный интервал для оценки математического ожидания с надежностью 0,95, предполагая, что  $X$  имеет нормальное распределение (использовать данные задачи 3, а).

5. Произведено несколько измерений некоторой величины. Требуется, чтобы среднее измеряемое значение  $\bar{x}$  отличалось от генерального среднего не более, чем на величину  $\Delta$ . Найти минимальное число экспериментов, чтобы это требование выполнялось с вероятностью  $\gamma = 0,95$ .

Вариант	Задание
1	$X = 10, 11, 13, 9, 10, 14, \Delta = 2$
2	$X = 21, 23, 25, 18, 20, 22, 17, \Delta = 3$
3	$X = 32, 30, 35, 33, 36, 32, \Delta = 4$
4	$X = 41, 45, 43, 46, 49, 44, 48, \Delta = 3$
5	$X = 52, 57, 54, 51, 58, \Delta = 4$
6	$X = 61, 62, 66, 68, 69, \Delta = 5$
7	$X = 70, 77, 75, 74, 78, \Delta = 3$
8	$X = 82, 80, 85, 86, \Delta = 4$
9	$X = 93, 95, 94, 96, 95, \Delta = 2$
10	$X = 100, 105, 110, 106, 113, 104, 105, \Delta = 6$

6. Произведено несколько измерений величины, среди которых одно  $x_0$  выделяется в большую (меньшую) сторону. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить  $H_0$ :  $x_0$  принадлежит остальным наблюдениям;  $H_1$ :  $x_0$  не принадлежит остальным наблюдениям.

Вариант	Задание
1	$X = 5, 6, 8, 5, 7, 11; x_0 = 11$
2	$X = 6, 4, 4, 8, 8, 12; x_0 = 12$
3	$X = 9, 8, 10, 6, 8, 10; x_0 = 6$
4	$X = 12, 8, 10, 8, 15, 12; x_0 = 15$
5	$X = 8, 10, 12, 16, 10, 12, 8; x_0 = 16$
6	$X = 8, 6, 5, 7, 8, 8, 15; x_0 = 15$
7	$X = 8, 10, 12, 4, 10, 12, 8; x_0 = 4$
8	$X = 12, 14, 10, 14, 6, 10; x_0 = 6$
9	$X = 12, 14, 10, 10, 5, 12, 14; x_0 = 5$
10	$X = 14, 16, 10, 20, 14, 11; x_0 = 20$

7. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Построить диаграмму рассеивания, найти уравнение линейной парной регрессии, коэффициент корреляции, проверить его значимость. Найти интервальные оценки для коэффициентов линейной парной регрессии, проверить их значимость. Построить линию регрессии на диаграмме рассеивания.

Вариант	Задание								
1	X	1	2	4	5	7			
	Y	0	2	2	6	8			
2	X	-2	-1	1	2	3	4		
	Y	7	5	3	2	0	-1		
3	X	-2	0	1	2				
	Y	2	4	6	5				
4	X	0	1	2	3	4	5	6	
	Y	6	5	3	-1	0	0	-2	
5	X	1	2	3	6	8			
	Y	5	3	1	0	-2			
6	X	-3	-2	-1	2				
	Y	2	1	6	4				
7	X	0	2	3	4	5	8		
	Y	7	5	2	-1	0	-3		
8	X	0	1	3	5	6			
	Y	0	1	2	6	8			
9	X	-1	2	3	4	6			
	Y	6	3	0	0	-3			
10	X	-1	0	1	3	5	6	8	
	Y	-2	1	0	2	6	8	12	

8. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Построить диаграмму рассеивания, найти уравнение парной нелинейной регрессии  $y = ax^2 + bx + c$ , проверить его значимость.

Вариант	Задание							
1	X	-5	-4	-1	0	5	10	
	Y	-100	-50	0	20	10	-85	
2	X	-12	-5	-1	0	1	3	5
	Y	9	-50	-25	-15	0	20	60
3	X	-10	-3	3	4	5		
	Y	-100	30	-10	-40	-80		
4	X	-2	-1	0	3	5	10	
	Y	-25	0	15	40	25	-65	
5	X	-3	-2	-1	0	2	4	
	Y	-50	-20	0	10	20	-20	
6	X	-3	-2	-1	0	1	3	5
	Y	80	55	30	15	0	30	100
7	X	-9	-5	0	2	4		
	Y	65	-5	5	40	100		
8	X	-4	-2	0	4	5	8	
	Y	-100	-25	15	20	10	-80	
9	X	-3	-2	-1	0	1	4	6
	Y	70	20	-10	-30	-40	-30	30
10	X	-9	-5	-2	2	3		
	Y	40	-35	-40	10	30		

9. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Найти уравнения парной линейной регрессии вида:  $y = a \ln x + b$ ,  $y = ax^b$ ,  $y = ab^x$ . Выбрать наилучшую модель, для нее вычислить среднюю ошибку аппроксимации. Вычислить прогнозное значение  $y$  для заданного  $X$ .

Вариант	Задание							
1	X	1	1	2	3	4	8	
	Y	10	7	2	3	1	1	X=5
2	X	0,1	1	0,5	0,6	1,5		X=1,2
	Y	0,3	2	0,5	0,5	7		
3	X	0,5	1	2	5	10		

Вариант	Задание									
	Y	8	2,5	2	1	0,5	X=7			
4	X	1	2	2,5	5	6	10	X=4		
	Y	1	3	5	6	7	8			
5	X	1	2	3	4	8	10	X=9		
	Y	3	4	8	12	20	100			
6	X	0,3	0,5	1	3	5	X=2			
	Y	10	15	21	22	25				
7	X	0,1	2	3	10	14	X=6			
	Y	2	2,5	8	10	20				
8	X	0,5	1	2	3	4	X=1,5			
	Y	1	2	4	5	20				
9	X	4	6	7	8	9	9,5	X=5		
	Y	5	5	4,5	4	4	3			
10	X	2	4	5	7	9	16	X=10		
	Y	1	1	5	6	7	9			

10. Найти уравнение множественной регрессии  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$  и индекс детерминации. Найти интервальные оценки для коэффициентов линейной множественной регрессии. Проверить значимость коэффициентов и уравнения регрессии.

Вариант	Задание				Вариант	Задание		
1		X1	X2	Y	2	X1	X2	Y
		1	-2	10		-3	0	0
		1	0	5		-2	-1	2
		1	2	4		0	1	12
		0	3	0		1	2	10
		3	0	12		2	1	18
		0	2	6				
		2	1	8				
3		X1	X2	Y	4	X1	X2	Y
		2	1	3		1	1	2
		2	0	2		3	0	8
		0	1	0		0	1	0
		1	3	3		2	0	4
		1	3	3		1	3	4
		0	2	0		0	2	0

Вариант	Задание				Вариант	Задание			
5					6	X1	X2	Y	
						0	1	2	
						1	2	1	
						2	2	4	
						3	0	10	
						-1	0	3	
						1	2	0	
						2	1	7	
7					8	X1	X2	Y	
						3	1	0	
						2	0	0	
						1	1	4	
						0	0	6	
						1	3	8	
						1	2	5	
	9					10	X1	X2	Y
				-5	1		0		
				-3	0		4		
				0	-1		9		
				1	2		16		
				2	1		15		

11. Исследовать факторы X1, X2, X3 на мультиколлинеарность и исключить ее, найти наилучшее уравнение множественной регрессии, найти стандартизованные коэффициенты регрессии, выбрать наиболее значимый фактор.

Вариант	Задание				
1	X1	X2	X3	Y	
	0	1	3	10	
	-1	2	4	15	
	-3	0	1	0	
	4	2	5	25	
	5	3	6	35	

Вариант	Задание			
	1	3	7	30
	6	1	3	15
2	X1	X2	X3	Y
	2	0	3	10
	1	2	2	5
	0	1	1	0
	4	2	8	35
	5	3	9	40
	1	3	3	5
3	X1	X2	X3	Y
	0	1	1	5
	1	2	3	15
	2	0	3	10
	4	2	8	30
	5	3	10	45
	1	3	2	10
	6	1	10	45
	3	5	6	30
4	X1	X2	X3	Y
	0	2	5	15
	4	1	3	0
	3	0	1	-10
	4	2	8	20
	5	3	10	25
	1	3	8	30
	6	1	4	0
5	X1	X2	X3	Y
	3	2	3	20
	2	1	2	5
	1	1	1	0
	0	2	4	10
	5	3	7	50
	1	3	5	15
6	X1	X2	X3	Y
	0	0	1	0
	1	2	3	15
	2	0	3	10

Вариант	Задание			
	4	2	8	30
	5	3	10	45
	1	3	2	10
	4	1	10	45
	3	5	6	30
7	X1	X2	X3	Y
	5	1	9	15
	6	5	10	30
	3	2	5	25
	4	0	7	20
	8	3	15	10
	10	1	20	0
	6	4	13	15
8	X1	X2	X3	Y
	4	8	1	5
	3	5	2	15
	2	3	1	10
	5	8	4	20
	5	10	2	4
	1	1	5	40
9	X1	X2	X3	Y
	5	9	4	38
	1	5	2	20
	6	2	1	20
	4	0	1	10
	1	3	2	10
	5	6	4	40
	6	4	1	20
10	X1	X2	X3	Y
	2	1	6	0
	5	2	3	15
	2	0	3	10
	4	2	5	5
	5	3	5	5
	1	0	2	10
	4	2	1	25
	3	1	6	1

12. Построить график временного ряда, сгладить ряд методом скользящих средних, построить график сглаженного ряда, проверить гипотезу о наличии линейного тренда, найти уравнение тренда, сделать прогноз на  $n$  шагов вперед.

Вариант	Задание			
1	Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара
	30.09.09	30,09	14.10.09	29,50
	01.10.09	30,01	15.10.09	29,47
	02.10.09	30,06	16.10.09	29,32
	03.10.09	30,12	17.10.09	29,33
	06.10.09	30,08	20.10.09	29,36
	07.10.09	29,83	21.10.09	29,19
	08.10.09	29,78	22.10.09	29,16
	09.10.09	29,64	23.10.09	29,09
	10.10.09	29,61	24.10.09	29,00
	13.10.09	29,59	27.10.09	28,94
	n=3			
2	Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара
	02.09.09	31,77	12.09.09	30,72
	03.09.09	31,97	15.09.09	30,86
	04.09.09	31,77	16.09.09	30,99
	05.09.09	31,61	17.09.09	30,61
	08.09.09	31,43	18.09.09	30,39
	09.09.09	31,38	19.09.09	30,37
	10.09.09	31,15	22.09.09	30,37
	11.09.09	30,89	23.09.09	30,24
	n=2			
3	Дата	Курс евро	Дата	Курс евро
	01.09.09	45,43	15.09.09	44,86
	02.09.09	45,65	16.09.09	<u>45,30</u>
	03.09.09	45,49	17.09.09	44,96
	04.09.09	45,39	18.09.09	44,81
	05.09.09	45,11	19.09.09	44,68
	08.09.09	45,07	22.09.09	44,53

Вариант	Задание																																											
	<table><tr><td>09.09.09</td><td>45,11</td><td>23.09.09</td><td>44,56</td></tr><tr><td>10.09.09</td><td>45,15</td><td>24.09.09</td><td>44,39</td></tr><tr><td>11.09.09</td><td>45,02</td><td>25.09.09</td><td>44,36</td></tr><tr><td>12.09.09</td><td>44,89</td><td>26.09.09</td><td>44,26</td></tr></table> <p>n=4</p>				09.09.09	45,11	23.09.09	44,56	10.09.09	45,15	24.09.09	44,39	11.09.09	45,02	25.09.09	44,36	12.09.09	44,89	26.09.09	44,26																								
09.09.09	45,11	23.09.09	44,56																																									
10.09.09	45,15	24.09.09	44,39																																									
11.09.09	45,02	25.09.09	44,36																																									
12.09.09	44,89	26.09.09	44,26																																									
4	<table><tr><td>Дата</td><td>Курс доллара</td><td>Дата</td><td>Курс доллара</td></tr><tr><td>03.09.09</td><td>31,97</td><td>16.09.09</td><td>30,99</td></tr><tr><td>04.09.09</td><td>31,77</td><td>17.09.09</td><td>30,61</td></tr><tr><td>05.09.09</td><td>31,61</td><td>18.09.09</td><td>30,39</td></tr><tr><td>08.09.09</td><td>31,43</td><td>19.09.09</td><td>30,37</td></tr><tr><td>09.09.09</td><td>31,38</td><td>22.09.09</td><td>30,37</td></tr><tr><td>10.09.09</td><td>31,15</td><td>23.09.09</td><td>30,24</td></tr><tr><td>11.09.09</td><td>30,89</td><td>24.09.09</td><td>30,00</td></tr><tr><td>12.09.09</td><td>30,72</td><td>25.09.09</td><td>30,07</td></tr><tr><td>15.09.09</td><td>30,86</td><td>26.09.09</td><td>30,14</td></tr></table> <p>n=5</p>				Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара	03.09.09	31,97	16.09.09	30,99	04.09.09	31,77	17.09.09	30,61	05.09.09	31,61	18.09.09	30,39	08.09.09	31,43	19.09.09	30,37	09.09.09	31,38	22.09.09	30,37	10.09.09	31,15	23.09.09	30,24	11.09.09	30,89	24.09.09	30,00	12.09.09	30,72	25.09.09	30,07	15.09.09	30,86	26.09.09	30,14
Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара																																									
03.09.09	31,97	16.09.09	30,99																																									
04.09.09	31,77	17.09.09	30,61																																									
05.09.09	31,61	18.09.09	30,39																																									
08.09.09	31,43	19.09.09	30,37																																									
09.09.09	31,38	22.09.09	30,37																																									
10.09.09	31,15	23.09.09	30,24																																									
11.09.09	30,89	24.09.09	30,00																																									
12.09.09	30,72	25.09.09	30,07																																									
15.09.09	30,86	26.09.09	30,14																																									
5	<table><tr><td>Дата</td><td>Курс евро</td><td>Дата</td><td>Курс евро</td></tr><tr><td>16.09.09</td><td>45,30</td><td>29.09.09</td><td>44,13</td></tr><tr><td>17.09.09</td><td>44,96</td><td>30.09.09</td><td>44,01</td></tr><tr><td>18.09.09</td><td>44,81</td><td>01.10.09</td><td>43,89</td></tr><tr><td>19.09.09</td><td>44,68</td><td>02.10.09</td><td>43,82</td></tr><tr><td>22.09.09</td><td>44,53</td><td>03.10.09</td><td>43,82</td></tr><tr><td>23.09.09</td><td>44,56</td><td>06.10.09</td><td>44,03</td></tr><tr><td>24.09.09</td><td>44,39</td><td>07.10.09</td><td>43,97</td></tr><tr><td>25.09.09</td><td>44,36</td><td>08.10.09</td><td>43,82</td></tr><tr><td>26.09.09</td><td>44,26</td><td>09.10.09</td><td>43,75</td></tr></table> <p>n=2</p>				Дата	Курс евро	Дата	Курс евро	16.09.09	45,30	29.09.09	44,13	17.09.09	44,96	30.09.09	44,01	18.09.09	44,81	01.10.09	43,89	19.09.09	44,68	02.10.09	43,82	22.09.09	44,53	03.10.09	43,82	23.09.09	44,56	06.10.09	44,03	24.09.09	44,39	07.10.09	43,97	25.09.09	44,36	08.10.09	43,82	26.09.09	44,26	09.10.09	43,75
Дата	Курс евро	Дата	Курс евро																																									
16.09.09	45,30	29.09.09	44,13																																									
17.09.09	44,96	30.09.09	44,01																																									
18.09.09	44,81	01.10.09	43,89																																									
19.09.09	44,68	02.10.09	43,82																																									
22.09.09	44,53	03.10.09	43,82																																									
23.09.09	44,56	06.10.09	44,03																																									
24.09.09	44,39	07.10.09	43,97																																									
25.09.09	44,36	08.10.09	43,82																																									
26.09.09	44,26	09.10.09	43,75																																									
6	<table><tr><td>Дата</td><td>Курс доллара</td><td>Дата</td><td>Курс доллара</td></tr><tr><td>04.09.09</td><td>31,77</td><td>18.09.09</td><td>30,39</td></tr><tr><td>05.09.09</td><td>31,61</td><td>19.09.09</td><td>30,37</td></tr><tr><td>08.09.09</td><td>31,43</td><td>22.09.09</td><td>30,37</td></tr></table>				Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара	04.09.09	31,77	18.09.09	30,39	05.09.09	31,61	19.09.09	30,37	08.09.09	31,43	22.09.09	30,37																								
Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара																																									
04.09.09	31,77	18.09.09	30,39																																									
05.09.09	31,61	19.09.09	30,37																																									
08.09.09	31,43	22.09.09	30,37																																									

Вариант	Задание			
	09.09.09	31,38	23.09.09	30,24
	10.09.09	31,15	24.09.09	30,00
	11.09.09	30,89	25.09.09	30,07
	12.09.09	30,72	26.09.09	30,14
	15.09.09	30,86	29.09.09	30,20
	16.09.09	30,99	30.09.09	30,09
	17.09.09	30,61	01.10.09	30,01
	n=3			
7	Дата	Курс евро	Дата	Курс евро
	17.09.09	44,96	29.09.09	44,13
	18.09.09	44,81	30.09.09	44,01
	19.09.09	44,68	01.10.09	43,89
	22.09.09	44,53	02.10.09	43,82
	23.09.09	44,56	03.10.09	43,82
	24.09.09	44,39	06.10.09	44,03
	25.09.09	44,36	07.10.09	43,97
	26.09.09	44,26	08.10.09	43,82
	n=4			
8	Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара
	05.09.09	31,61	17.09.09	30,61
	08.09.09	31,43	18.09.09	30,39
	09.09.09	31,38	19.09.09	30,37
	10.09.09	31,15	22.09.09	30,37
	11.09.09	30,89	23.09.09	30,24
	12.09.09	30,72	24.09.09	30,00
	15.09.09	30,86	25.09.09	30,07
	16.09.09	30,99	26.09.09	30,14
	n=5			
9	Дата	Курс евро	Дата	Курс евро
	02.10.09	43,82	15.10.09	43,86
	03.10.09	43,82	16.10.09	43,85

Вариант	Задание			
	06.10.09	44,03	17.10.09	43,74
	07.10.09	43,97	20.10.09	43,75
	08.10.09	43,82	21.10.09	43,72
	09.10.09	43,75	22.10.09	43,60
	10.10.09	43,61	23.10.09	43,57
	13.10.09	43,51	24.10.09	43,54
	14.10.09	43,61	27.10.09	43,50
	n=2			
10	Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара
	08.09.09	31,43	19.09.09	30,37
	09.09.09	31,38	22.09.09	30,37
	10.09.09	31,15	23.09.09	30,24
	11.09.09	30,89	24.09.09	30,00
	12.09.09	30,72	25.09.09	30,07
	15.09.09	30,86	26.09.09	30,14
	16.09.09	30,99	29.09.09	30,20
	17.09.09	30,61	30.09.09	30,09
	18.09.09	30,39	01.10.09	30,01
	n=3			

13. Построить график временного ряда, сгладить ряд методом скользящих средних, построить график сглаженного ряда, найти уравнение линейного тренда, построить аддитивную и мультипликативную модели, сделать прогноз значений величины на следующий год.

Вари- ант	Задание			Вари- ант	Задание		
1		Год	Квартал	Ut	3		
		1	1	8			
			2	4			
			3	6			
			4	10			
		2	1	7			
			2	5			
			Год	Квартал	Ut		
			1	1	5		
				2	9		
				3	12		
				4	9		
		2	1	4			
			2	1	4		

Вари- ант	Задание			Вари- ант	Задание																																																												
			<table><tr><td>3</td><td>7</td></tr><tr><td>4</td><td>13</td></tr><tr><td>1</td><td>8</td></tr><tr><td>2</td><td>7</td></tr><tr><td>3</td><td>9</td></tr><tr><td>4</td><td>16</td></tr></table>	3	7	4	13	1	8	2	7	3	9	4	16					<table><tr><td>2</td><td>9</td></tr><tr><td>3</td><td>10</td></tr><tr><td>4</td><td>9</td></tr><tr><td>1</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>6</td></tr><tr><td>3</td><td>8</td></tr><tr><td>4</td><td>7</td></tr></table>	2	9	3	10	4	9	1	3	2	6	3	8	4	7																															
3	7																																																																
4	13																																																																
1	8																																																																
2	7																																																																
3	9																																																																
4	16																																																																
2	9																																																																
3	10																																																																
4	9																																																																
1	3																																																																
2	6																																																																
3	8																																																																
4	7																																																																
2		<table><tr><th>Год</th><th>Квартал</th><th>Ut</th></tr><tr><td rowspan="4">1</td><td></td><td>1 4</td></tr><tr><td></td><td>2 7</td></tr><tr><td></td><td>3 10</td></tr><tr><td></td><td>4 9</td></tr><tr><td rowspan="4">2</td><td></td><td>1 6</td></tr><tr><td></td><td>2 9</td></tr><tr><td></td><td>3 15</td></tr><tr><td></td><td>4 13</td></tr><tr><td rowspan="4">3</td><td></td><td>1 8</td></tr><tr><td></td><td>2 10</td></tr><tr><td></td><td>3 18</td></tr><tr><td></td><td>4 15</td></tr></table>	Год	Квартал	Ut	1		1 4		2 7		3 10		4 9	2		1 6		2 9		3 15		4 13	3		1 8		2 10		3 18		4 15	4		<table><tr><th>Год</th><th>Квартал</th><th>Ut</th></tr><tr><td rowspan="4">1</td><td></td><td>1 7</td></tr><tr><td></td><td>2 12</td></tr><tr><td></td><td>3 14</td></tr><tr><td></td><td>4 9</td></tr><tr><td rowspan="4">2</td><td></td><td>1 6</td></tr><tr><td></td><td>2 9</td></tr><tr><td></td><td>3 11</td></tr><tr><td></td><td>4 9</td></tr><tr><td rowspan="4">3</td><td></td><td>1 4</td></tr><tr><td></td><td>2 7</td></tr><tr><td></td><td>3 9</td></tr><tr><td></td><td>4 7</td></tr></table>	Год	Квартал	Ut	1		1 7		2 12		3 14		4 9	2		1 6		2 9		3 11		4 9	3		1 4		2 7		3 9		4 7
Год	Квартал	Ut																																																															
1		1 4																																																															
		2 7																																																															
		3 10																																																															
		4 9																																																															
2		1 6																																																															
		2 9																																																															
		3 15																																																															
		4 13																																																															
3		1 8																																																															
		2 10																																																															
		3 18																																																															
		4 15																																																															
Год	Квартал	Ut																																																															
1		1 7																																																															
		2 12																																																															
		3 14																																																															
		4 9																																																															
2		1 6																																																															
		2 9																																																															
		3 11																																																															
		4 9																																																															
3		1 4																																																															
		2 7																																																															
		3 9																																																															
		4 7																																																															

Вари- ант	Задание			Вари- ант	Задание		
5	Год	Квартал	Ut 1      1      13 2      2      12 3      3      14 4      4      16 1      1      10 2      2      9 3      3      11 4      4      14 1      1      9	7	Год	Квартал	Ut 1      1      10 2      2      12 3      3      10 4      4      7 1      1      12 2      2      13 3      3      10 4      4      8 1      1      13 2      2      15

Вари- ант	Задание			Вари- ант	Задание																																																														
		2	7			3	12																																																												
		3	8			4	11																																																												
		4	11																																																																
6	<table><tr><th>Год</th><th>Квартал</th><th>Ut</th></tr><tr><td rowspan="4">1</td><td>1</td><td>13</td></tr><tr><td>2</td><td>12</td></tr><tr><td>3</td><td>14</td></tr><tr><td>4</td><td>16</td></tr><tr><td rowspan="4">2</td><td>1</td><td>14</td></tr><tr><td>2</td><td>13</td></tr><tr><td>3</td><td>16</td></tr><tr><td>4</td><td>18</td></tr><tr><td rowspan="4">3</td><td>1</td><td>16</td></tr><tr><td>2</td><td>15</td></tr><tr><td>3</td><td>17</td></tr><tr><td>4</td><td>20</td></tr></table>			Год	Квартал	Ut	1	1	13	2	12	3	14	4	16	2	1	14	2	13	3	16	4	18	3	1	16	2	15	3	17	4	20	8	<table><tr><th>Год</th><th>Квартал</th><th>Ut</th></tr><tr><td rowspan="4">1</td><td>1</td><td>10</td></tr><tr><td>2</td><td>12</td></tr><tr><td>3</td><td>10</td></tr><tr><td>4</td><td>7</td></tr><tr><td rowspan="4">2</td><td>1</td><td>8</td></tr><tr><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>3</td><td>7</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td rowspan="4">3</td><td>1</td><td>7</td></tr><tr><td>2</td><td>8</td></tr><tr><td>3</td><td>6</td></tr><tr><td>4</td><td>4</td></tr></table>			Год	Квартал	Ut	1	1	10	2	12	3	10	4	7	2	1	8	2	10	3	7	4	5	3	1	7	2	8	3	6	4	4
Год	Квартал	Ut																																																																	
1	1	13																																																																	
	2	12																																																																	
	3	14																																																																	
	4	16																																																																	
2	1	14																																																																	
	2	13																																																																	
	3	16																																																																	
	4	18																																																																	
3	1	16																																																																	
	2	15																																																																	
	3	17																																																																	
	4	20																																																																	
Год	Квартал	Ut																																																																	
1	1	10																																																																	
	2	12																																																																	
	3	10																																																																	
	4	7																																																																	
2	1	8																																																																	
	2	10																																																																	
	3	7																																																																	
	4	5																																																																	
3	1	7																																																																	
	2	8																																																																	
	3	6																																																																	
	4	4																																																																	

Вариант	Задание			
9	1	Год	Квартал	Ut
			1	14
			2	12
			3	10
	2		4	11
			1	12
			2	10
		3	3	7
			4	8
			1	9
				2
	3	6		
	4	7		

Вариант	Задание			
10		Год	Квартал	Ut
	1		1	14
			2	12
			3	10
			4	12
	2		1	16
			2	14
			3	11
			4	15
	3		1	19
			2	17
			3	13
		4	16	

Формами контроля самостоятельной работы обучающихся являются:

- текущий контроль – оценка уровня подготовки обучающегося в процессе проведения преподавателем практических занятий путем опроса по лекционному материалу и дополнительной литературе, а также на основе проведения защит заданий к практическим занятиям, табл. 3;

- промежуточный контроль – экзамен по дисциплине (первый семестр).

## 2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРИ ТЕКУЩЕМ КОНТРОЛЕ

Текущий контроль по разделам дисциплины заключается в опросе обучающихся по контрольным вопросам, проверке выполненных самостоятельно задач и учете результата их защиты.

Например.

### Вопросы:

1. Понятие генеральной совокупности и выборки. Требования к выборке. Способы задания статистических данных. Графическое представление выборки: полигон и гистограмма.

2. Числовые характеристики выборки. Свойства точечной оценки: несмещенность, эффективность, состоятельность. Несмещенная дисперсия. Мода, медиана.

4. Основные виды распределения непрерывной и дискретной случайной величины: равномерное, нормальное, показательное, биномиальное. Функция, плотность, ряд распределения.

5. Вычисление теоретических частот равномерного, нормального, показательного распределения.

6. Проверка статистических гипотез. Постановка задачи. Критическая область. Уровень значимости. Ошибки первого и второго рода.

7. Проверка гипотезы о виде распределения исследуемой величины.

8. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Интервальное оценивание среднего значения нормальной совокупности.

9. Проверка гипотез о равенстве дисперсий и средних значений двух нормальных генеральных совокупностей.

10. Проверка гипотезы о принадлежности наблюдения к остальным наблюдениям.

11. Нахождение минимального объема выборки.

12. Сущность метода наименьших квадратов. Модель линейной парной регрессии: вычисление коэффициентов регрессии, проверка значимости коэффициентов и уравнения регрессии.

13. Модель линейной парной регрессии: интервальные оценки для коэффициентов линейной парной регрессии.

14. Анализ остатков – проверка адекватности модели линейной регрессии. Ошибка аппроксимации.

15. Коэффициент детерминации и проверка его значимости.

16. Парная нелинейная регрессия  $y = ax^2 + bx + c$ , проверка значимости уравнения.

17. Модели парной линейной регрессии вида:  $y = a \ln x + b$ ,  $y = ax^b$ ,  $y = ab^x$ , проверка значимости уравнений, выбор наилучшего уравнения.

18. Построение модели множественной регрессии  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$  и проверка значимости уравнения.

19. Интервальные оценки для коэффициентов линейной множественной регрессии, проверка их значимости.

20. Мультиколлениарность факторов, ее последствия и устранение. Частная корреляция.

21. Стандартизованные коэффициенты множественной регрессии.
22. Фиктивные переменные в уравнении регрессии.
23. Временные ряды, общие понятия, сглаживание ряда.
24. Проверка гипотезы о наличии тренда у временного ряда.
25. Моделирование сезонных колебаний.
26. Автокорреляция временного ряда.

### Задачи:

1. Для заданной выборки найти среднее значение, дисперсию и среднее квадратическое отклонение:  $X$  – себестоимость работ.  $X = 200, 300, 250, 500, 1000, 350$  руб.

2. Построить графики функции и плотности распределения вероятностей для нормального, показательного, равномерного распределений, если известны параметры генеральной совокупности.

- а) для нормального распределения;
- б) для равномерного распределения;
- в) для показательного распределения.

Найти вероятности попадания величины в заданный интервал.

3. Подбор закона распределения исследуемой величины (вычисление теоретических частот и проверка гипотезы о виде распределения).

3.1. При заданном уровне значимости проверить гипотезу  $H_0$ : величина имеет **нормальное** распределение при  $H_1$ : не имеет нормальное распределение,  $\alpha = 0,05$ .

интервал	$[-1; 1)$	$[1; 3)$	$[3; 5)$	$[5; 7)$	$[7; 11]$
частота	5	7	11	9	8

Если гипотеза  $H_0$  принята, то найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал:  $0 < X < 5$ .

3.2. При заданном уровне значимости проверить гипотезу  $H_0$ : величина имеет **равномерное** распределение при  $H_1$ : не имеет равномерного распределения,  $\alpha=0,05$ .

интервал	$[-2; 2)$	$[2; 6)$	$[6; 10)$	$[10; 14]$
частота	11	8	12	9

Если гипотеза  $H_0$  принята, то найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал:  $3 < X < 7$ .

3.3. При заданном уровне значимости проверить гипотезу  $H_0$ : величина имеет **показательное** распределение при  $H_1$ : не имеет показательного распределения,  $\alpha = 0,05$ .

интервал	[0;2)	[2;4)	[4;8)	[8;12)	[12;20]
частота	39	27	20	8	6

Если гипотеза  $H_0$  принята, то найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал:  $3 < X < 7$ .

4. Построить доверительный интервал для оценки математического ожидания с надежностью 0,95, предполагая, что  $X$  имеет нормальное распределение.

интервал	[-1; 1)	[1;3)	[3;5)	[5;7)	[7;11]
частота	5		1		8

5. Произведено несколько измерений некоторой величины. Требуется, чтобы среднее измеряемое значение  $\bar{x}$  отличалось от генерального среднего не более чем на величину  $\Delta$ . Найти минимальное число экспериментов, чтобы это требование выполнялось с вероятностью  $\gamma = 0,95$ .  $X = 6, 7, 5, 8, 5, 6$ ,  $\Delta=2$ .

6. Произведено несколько измерений величины, среди которых одно  $x_0$  выделяется в большую (меньшую) сторону. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить  $H_0$ :  $x_0$  принадлежит остальным наблюдениям;  $H_1$ :  $x_0$  не принадлежит остальным наблюдениям.  $X = 8, 6, 5, 7, 8, 8, 13$ ;  $x_0 = 13$ .

7. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Построить диаграмму рассеивания, найти уравнение линейной парной регрессии, коэффициент корреляции, проверить его значимость. Найти интервальные оценки для коэффициентов линейной парной регрессии, проверить их значимость. Построить линию регрессии на диаграмме рассеивания. Провести анализ остатков и сделать вывод об адекватности модели.

<b>X</b>	-1	0	1	2	4
<b>Y</b>	5	3	-1	0	-2

8. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Построить диаграмму рассеивания, найти уравнение парной нелинейной регрессии  $y = ax^2 + bx + c$ , проверить его значимость.

<b>X</b>	-1	1	3	4	5
<b>Y</b>	3	-8	0	11	25

9. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Найти уравнения парной линейной регрессии вида:  $y = a \ln x + b$ ,  $y = ax^b$ ,  $y = ab^x$ . Выбрать наилучшую модель, для нее вычислить среднюю ошибку аппроксимации. Вычислить прогнозное значение  $y$  для заданного  $x = 4$ .

<b>X</b>	1	2	3	7	10
<b>Y</b>	1	3,5	4	5	5,3

10. Найти уравнение множественной регрессии  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$  и индекс детерминации. Найти интервальные оценки для коэффициентов линейной множественной регрессии. Проверить значимость коэффициентов и уравнения регрессии.

<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>Y</b>
1	3	5
2	4	3
0	1	5
2	0	0
1	3	5
0	2	7

11. Исследовать факторы  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  на мультиколлинеарность и исключить ее, найти наилучшее уравнение множественной регрессии, найти стандартизованные коэффициенты регрессии, выбрать наиболее значимый фактор.

<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>Y</b>
0	1	3	6
-1	2	4	6
-3	0	1	0
4	2	5	20
5	3	6	25
1	3	7	22

12. Построить график временного ряда, сгладить ряд методом скользящих средних, построить график сглаженного ряда, проверить гипотезу о наличии линейного тренда, найти уравнение тренда, сделать прогноз на 4 шага вперед.

<b>Дата</b>	<b>Курс доллара</b>	<b>Дата</b>	<b>Курс доллара</b>
01.09.09	31,84	15.09.09	30,86
02.09.09	31,77	16.09.09	30,99
03.09.09	31,97	17.09.09	30,61
04.09.09	31,77	18.09.09	30,39
05.09.09	31,61	19.09.09	30,37
08.09.09	31,43	22.09.09	30,37
09.09.09	31,38	23.09.09	30,24
10.09.09	31,15	24.09.09	30,00
11.09.09	30,89	25.09.09	30,07
12.09.09	30,72	26.09.09	30,14

13. Построить график временного ряда, провести моделирование сезонных колебаний для аддитивной и мультипликативной моделей.

<b>год</b>	<b>квартал</b>	<b><i>t</i></b>	<b><i>Ut</i></b>
1	1	1	6
	2	2	4,4
	3	3	5
	4	4	9
2	1	5	7,2
	2	6	4,8
	3	7	6
	4	8	10
3	1	9	8

год	квартал	$t$	$Ut$
	2	10	5,6
	3	11	6,4
	4	12	11

Критерии оценивания:

- 100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса и правильном и полном решении двух задач;
- 75...99 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов, правильном, но не полном ответе на другой из вопросов и правильном и полном решении одной задачи и частичном решении второй задачи;
- 50...74 баллов – при правильном и неполном ответе на два вопроса или правильном и полном ответе только на один из вопросов и правильном и полном решении одной задачи;
- 25...49 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов и неверном решении ни одной из задач;
- 0...24 баллов – при отсутствии ответов или правильных ответов на вопросы и не решенные задачи.

Количество баллов	0...64	65... 100
Шкала оценивания	не зачтено	зачтено

### 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕНА)

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическая статистика и математическое моделирование в профессиональной деятельности» проводится в соответствии с учебным планом в виде экзамена.

Обучающийся допускается к экзамену по дисциплине в случае выполнения в полном объеме самостоятельной работы, защите выполненных заданий и ответе на соответствующие вопросы.

Экзамен принимает лектор. Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы сверх билета. Время подготовки обучающегося – 1 академический час.

В процессе подготовки обучающегося к ответу использование дополнительной методической литературы, мобильных устройств связи и других источников информации не допускается.

Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Экзаменационный билет содержит 4 задачи.

### Примеры экзаменационных задач

1. Выполняя работу при обмере объекта недвижимости, специалист может допустить ошибку. Необходимо срочно произвести обмеры 4 объектов недвижимости. Каждый специалист может обмерить только 1 объект. В таблице приведен уровень ошибки каждого специалиста при обмере:

Специалист / Объект	1	2	3	4
Специалист 1	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$
Специалист 2	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$
Специалист 3	$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$	$A_{34}$
Специалист 4	$A_{41}$	$A_{42}$	$A_{43}$	$A_{44}$

Распределите работу таким образом, чтобы ошибка была минимальной.

2. Провести анализ и сравнение эффективности работы двух землеустроительных организаций по площадям, сданным в эксплуатацию, на основе полученных результатов сделать управленческий вывод:

Компании	Площади, тыс. м <sup>2</sup>									
«Монолит»	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$A_{16}$	$A_{17}$	$A_{18}$	$A_{19}$	$A_{110}$
«Кирпич»	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$	$A_{25}$	$A_{26}$	$A_{27}$	$A_{28}$	$A_{29}$	$A_{210}$

3. Стоимость объектов недвижимости  $Y$  (млн. руб.), их возраст  $X_1$  (лет) и расстояние от них до центра города  $X_2$  (км) приведены в таблице:

$X_1$	$X_2$	$Y$
$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$
$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$
$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$
$A_{41}$	$A_{42}$	$A_{43}$
$A_{51}$	$A_{52}$	$A_{53}$
$A_{61}$	$A_{62}$	$A_{63}$

Выделите фактор, наиболее значимо влияющий на стоимость объекта недвижимости.

4. Спрос на услуги организации за 6 месяцев приведен в таблице.

Месяц	I	II	III	IV	V	VI
Спрос, млн. руб.	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$A_{16}$

Необходимо спланировать объем услуг организации на 1...3 ближайших месяца.

5. Для заданной выборки найти среднее значение, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

6. Произведено несколько измерений некоторой величины. Требуется, чтобы среднее измеряемое значение отличалось от генерального среднего не более чем на величину  $D$ . Найти минимальное число экспериментов, чтобы это требование выполнялось с заданной вероятностью.

7. Произведено несколько измерений величины, среди которых одно выделяется в большую (меньшую) сторону. При уровне значимости 0,05 проверить нулевую гипотезу: это значение принадлежит остальным наблюдениям; конкурирующая гипотеза: это значение не принадлежит остальным наблюдениям.

8. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Построить диаграмму рассеивания, найти уравнение линейной парной регрессии, коэффициент корреляции, проверить его значимость. Найти интервальные оценки для коэффициентов линейной парной регрессии, проверить их значимость. Построить линию регрессии на диаграмме рассеивания. Провести анализ остатков и сделать вывод об адекватности модели.

9. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Построить диаграмму рассеивания, найти уравнение парной нелинейной регрессии, проверить его значимость.

10. Заданы пары значений  $X$  и  $Y$ . Найти уравнения парной линейной регрессии вида:  $y = a \ln x + b$ ,  $y = ax^b$ ,  $y = ab^x$ . Выбрать наилучшую модель, для нее вычислить среднюю ошибку аппроксимации. Вычислить прогнозное значение  $y$  для заданного  $x$ .

$x$	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$
$y$	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$	$A_{25}$

11. Найти уравнение множественной регрессии  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$  и индекс детерминации. Найти интервальные

оценки для коэффициентов линейной множественной регрессии. Проверить значимость коэффициентов и уравнения регрессии.

$X_1$	$X_2$	$Y$
$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$
$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$
$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$
$A_{41}$	$A_{42}$	$A_{43}$
$A_{51}$	$A_{52}$	$A_{53}$
$A_{61}$	$A_{62}$	$A_{63}$

12. Исследовать факторы  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  на мультиколлениарность и исключить ее, найти наилучшее уравнение множественной регрессии, найти стандартизованные коэффициенты регрессии, выбрать наиболее значимый фактор.

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y$
$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$
$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$
$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$	$A_{34}$
$A_{41}$	$A_{42}$	$A_{43}$	$A_{44}$
$A_{51}$	$A_{52}$	$A_{53}$	$A_{54}$
$A_{61}$	$A_{62}$	$A_{63}$	$A_{64}$

13. Построить график временного ряда, сгладить ряд методом скользящих средних, построить график сглаженного ряда, проверить гипотезу о наличии линейного тренда, найти уравнение тренда, сделать прогноз на 4 шага вперед.

Дата	Курс доллара	Дата	Курс доллара
	$A_{11}$		$A_{12}$
	$A_{21}$		$A_{22}$
	$A_{31}$		$A_{32}$
	$A_{41}$		$A_{42}$
	$A_{51}$		$A_{52}$
	$A_{61}$		$A_{62}$
	$A_{71}$		$A_{72}$
	$A_{81}$		$A_{82}$
	$A_{91}$		$A_{92}$
	$A_{101}$		$A_{102}$

14. Построить график временного ряда, провести моделирование сезонных колебаний для аддитивной и мультипликативной моделей.

год	квартал	$t$	$Ut$
1	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$
	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$
	$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$
	$A_{41}$	$A_{42}$	$A_{43}$
2	$A_{51}$	$A_{52}$	$A_{53}$
	$A_{61}$	$A_{62}$	$A_{63}$
	$A_{71}$	$A_{72}$	$A_{73}$
	$A_{81}$	$A_{82}$	$A_{83}$
3	$A_{91}$	$A_{92}$	$A_{93}$
	$A_{101}$	$A_{102}$	$A_{103}$
	$A_{111}$	$A_{112}$	$A_{113}$
	$A_{121}$	$A_{122}$	$A_{123}$

### Критерии оценивания:

- 85... 100 баллов – при правильном решении четырех задач;
- 75...84 баллов – правильном и полном решении трех задач;
- 65...74 баллов – при правильном и полном решении двух задач;
- 25...64 баллов – при правильном и полном решении одной из задач;
- 0...24 баллов – при отсутствии ответов или правильных ответов.

Количество баллов	0...64	65...74	75...84	85...100
Шкала оценивания	НЕУД	УД	ХОР	ОТЛ

### Вопросы к экзамену

1. Понятие генеральной совокупности и выборки. Требования к выборке. Способы задания статистических данных. Графическое представление выборки: полигон и гистограмма.

2. Числовые характеристики выборки. Свойства точечной оценки: несмещенность, эффективность, состоятельность. Несмещенная дисперсия. Мода, медиана.

4. Основные виды распределения непрерывной и дискретной случайной величины: равномерное, нормальное, показательное, биномиальное. Функция, плотность, ряд распределения.

5. Вычисление теоретических частот равномерного, нормального, показательного распределения.

6. Проверка статистических гипотез. Постановка задачи. Критическая область. Уровень значимости. Ошибки первого и второго рода.

7. Проверка гипотезы о виде распределения исследуемой величины.

8. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Интервальное оценивание среднего значения нормальной совокупности.

9. Проверка гипотез о равенстве дисперсий и средних значений двух нормальных генеральных совокупностей.

10. Проверка гипотезы о принадлежности наблюдения к остальным наблюдениям.

11. Нахождение минимального объема выборки.

12. Сущность метода наименьших квадратов. Модель линейной парной регрессии: вычисление коэффициентов регрессии, проверка значимости коэффициентов и уравнения регрессии.

13. Модель линейной парной регрессии: интервальные оценки для коэффициентов линейной парной регрессии.

14. Анализ остатков – проверка адекватности модели линейной регрессии. Ошибка аппроксимации.

15. Коэффициент детерминации и проверка его значимости.

16. Парная нелинейная регрессия  $y = ax^2 + bx + c$ , проверка значимости уравнения.

17. Модели парной линейной регрессии вида:  $y = a \ln x + b$ ,  $y = ax^b$ ,  $y = ab^x$ , проверка значимости уравнений, выбор наилучшего уравнения.

18. Построение модели множественной регрессии  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$  и проверка значимости уравнения.

19. Интервальные оценки для коэффициентов линейной множественной регрессии, проверка их значимости.

20. Мультиколлинеарность факторов, ее последствия и устранение. Частная корреляция.

21. Стандартизованные коэффициенты множественной регрессии.

22. Фиктивные переменные в уравнении регрессии.

23. Временные ряды, общие понятия, сглаживание ряда.

24. Проверка гипотезы о наличии тренда у временного ряда.

25. Моделирование сезонных колебаний.
26. Автокорреляция временного ряда.

## 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Основная литература

1. Болотюк, В. А. Практикум и индивидуальные задания по математической статистике : (типовые расчеты): учебное пособие [Электронный ресурс]. – Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2014. – 97 с. – Режим доступа:

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=256443](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=256443). – Загл. с экрана. (21.03.2018)

2. Пучков, Н. П. Математическая статистика. Применение в профессиональной деятельности: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 81 с. – Режим доступа:

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=277931](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277931). – Загл. с экрана. (21.03.2018)

3. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. – Москва : Юрайт, 2010. – 479 с.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Бородин, А. Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 256 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2026>. – Загл. с экрана. (12.01.2018)

2. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. – Москва : Высшее образование, 2009. – 404 с.

3. Курс математики для технических высших учебных заведений [Текст] Ч. 4 Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим специальностям / Н. А. Берков ; под ред. В. Б. Миносцева, Е. А. Пушкаря. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 304 с. – Доступ-

на электронная версия: <https://e.lanbook.com/reader/book/32817>

4. Марков, Ю. Г. Курс математики для технических высших учебных заведений. Часть 4. Теория вероятностей и математическая статистика. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 304 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/32817>. – Загл. с экрана. (12.01.2018)

5. Боровков, А. А. Математическая статистика. – Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 704 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3810>. – Загл. с экрана. (01.03.2018)

### **4.3. Программное обеспечение и интернет-ресурсы**

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Libre Office
2. Mozilla Firefox
3. ESET NOD32 Smart Security Business Edition

Официальный сайт Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева.

Режим доступа: [www.kuzstu.ru](http://www.kuzstu.ru).