

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
математического моделирования



М.Ш. Бурлуцкая

25.05.2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.02.01 Макростатистический анализ и прогнозирование**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 01.03.04 Прикладная математика
- 2. Профиль подготовки:** Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
- 3. Квалификация выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
Кафедра математического моделирования
- 6. Составители программы:** Сухочева Людмила Ивановна, к.ф.-м.н., ст.н.с.
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом математического факультета, протокол № 0500-06 от 25.05.2023
- 8. Учебный год:** 2026/2027                      **Семестр:** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

### *Цели освоения учебной дисциплины:*

- формирование комплекса знаний по теории и практике анализа и прогнозирования на макро- и микроуровнях;
- освоение технологии прогнозирования социально-экономических показателей с помощью статистических методов;
- формирование навыков решения теоретических и прикладных задач, их количественного и качественного анализа, построения моделей и прогнозов;
- приобретение навыков самостоятельного и творческого использования полученных знаний в практической деятельности;
- развитие логического мышления, позволяющего четко разделять предпосылки анализа и полученные на их основе выводы, понимать и прослеживать причинно-следственные связи.

### *Задачи учебной дисциплины:*

- способствовать овладению приемами и статистическими методами прогнозирования, основанными на анализе временных рядов, применении регрессионного и корреляционного анализа;
- развивать способности анализа и интерпретации полученных количественных результатов;
- вырабатывать навыки выбора статистических моделей и методов прогнозирования на основе обобщения и анализа информации; построения на основе описания ситуаций модели прогнозирования поведения социально-экономических систем, финансовых и экономических структур; оценки качества построенных моделей и прогнозов с точки зрения их адекватности фактическим данным.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Макростатистический анализ и прогнозирование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули).

При изучении дисциплины обучающиеся должны владеть методами математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, знать основы экономики и финансовой грамотности.

Приобретенные в результате обучения знания, умения и навыки могут быть использованы при продолжении образования и в дальнейшей трудовой деятельности выпускников.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих при решении инженерных и экономических задач	ПК-1.1	Обладает базовыми знаниями в области математических наук, программирования и информационных технологий	<b>Знать:</b> базовые знания в области математических наук, программирования и информационных технологий;
		ПК-1.2	Умеет собирать, обрабатывать, анализировать результаты исследований, полученных при решении инженерных и экономических задач	<b>Уметь:</b> собирать, обрабатывать, анализировать результаты исследований, полученных при решении инженерных и экономических задач;
		ПК-1.3	Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике	<b>Владеть:</b> навыками практического опыта научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5/180.**

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			7 семестр	
Контактная работа		68	68	
в том числе:	лекции	34	34	
	практические	34	34	
	лабораторные	0	0	
	курсовая работа			
	контрольные работы			
Самостоятельная работа		76	76	
Промежуточная аттестация		36	36	
Итого:		<b>180</b>	<b>180</b>	

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Методологические вопросы прогнозирования	Предмет, методы, типология прогнозов. Принципы разработки прогнозов.	
1.2	Элементы общей теории статистики	Сбор и обработка информации. Система статистических показателей. Временные ряды (Ряды динамики).	
1.3	Введение в прикладной статистический анализ. Теория прогнозирования.	Основные понятия и постановки задач. Общая логическая схема статистического анализа. Обзор методов исследования.	
1.4	Корреляционно-регрессионный анализ	Метод линейной и нелинейной регрессии. Метод наименьших квадратов. Оценивание неизвестных параметров. Корреляционно-регрессионные модели и их применение в анализе и прогнозе. Модель множественной регрессии. Прогнозирование в регрессионных моделях.	
1.5	Анализ временных рядов	Выделение тренда. Коррелограмма. Автокорреляция. Сглаживание временных рядов. Прогнозирование на основе экстраполяции тренда. Прогнозирование на основе кривых роста. Оценка точности и надежности прогноза. Адаптивные методы прогнозирования: методы Брауна и Хольта.	
1.6	Прочие методы прогнозирования	Экспертное прогнозирование. Прогнозирование на основе имитационного моделирования.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Элементы общей теории статистики	Система статистических показателей, примеры. Средние величины и вариация, дисперсия, центральные моменты. Характеристика связи между признаками. Решение задач. Временные ряды (Ряды динамики). Абсолютные и	

		относительные показатели динамики, цепные и базисные. Примеры.	
2.2	Корреляционно-регрессионный анализ	Вычисление и интерпретация параметров парной линейной регрессии. Точечный и интервальный прогнозы. Статистическая оценка надежности параметров парной регрессии и корреляции. Параболическая корреляция, гиперболическая корреляция. Модель множественной регрессии.	
2.3	Анализ временных рядов	Методы выявления типа тенденции динамики. Примеры. Методика измерения параметров тренда, метод многократного скользящего выравнивания, сезонные колебания. Примеры применения в схеме экспоненциального сглаживания модели Брауна и двухпараметрической модели Хольта.	
2.4	Прочие методы прогнозирования	Пример использования экспертных оценок при упорядочении системы государственных стандартов. Пример задачи имитационного моделирования – задача массового обслуживания.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Методологические вопросы прогнозирования	2	0	-	8	10
2	Элементы общей теории статистики	4	4	-	6	14
3	Введение в прикладной статистический анализ. Теория прогнозирования.	4	0	-	6	10
4	Корреляционно-регрессионный анализ	10	12	-	22	44
5	Анализ временных рядов	10	12	-	22	44
6	Прочие методы прогнозирования	4	6	-	12	22
	<b>Итого:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>76</b>	<b>144</b>

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Учебная дисциплина «Макростатистический анализ и прогнозирование» включает в себя комплексную методологию статистического анализа, моделирования и прогнозирования информации, представленной временными рядами социально-экономических явлений и процессов. Одной из особенностей учебной дисциплины является широкая предметная область охваченного материала со связью излагаемых разделов между собой. Отсюда вытекает необходимость регулярного посещения аудиторных занятий и самостоятельной работы.

Аудиторная работа предусматривает лекции по ключевым и проблемным вопросам дисциплины и проведение практических занятий с целью закрепления теоретических знаний. Самостоятельная работа обучающихся направлена на формирование навыков работы с различными источниками, систематизации полученной информации, составления аналитических материалов, решения задач. Модельные примеры, иллюстрирующие применение основных теоретических понятий, обеспечивают понимание излагаемого теоретического материала и являются основой для самостоятельного выполнения практических заданий.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется внимательное изучение конспектов лекций, материалов практических занятий, работа с основной и дополнительной литературой. Полноценное восприятие основных концепций дисциплины предполагает наличие базовых знаний теории вероятностей и математической статистики. Этим обусловлена тематика самостоятельной работы в рамках первой темы – повторение основных понятий и определений этих ранее изученных дисциплин.

Вопросы лекционных и практических занятий обсуждаются на занятиях в виде устного опроса – индивидуального и фронтального. При подготовке к лекционным и практическим занятиям обучающимся важно помнить, что их задача, отвечая на основные вопросы плана занятия и дополнительные вопросы преподавателя, показать свои знания и кругозор, умение логически построить ответ, владение математическим аппаратом и иные коммуникативные навыки, умение отстаивать свою профессиональную позицию. В ходе устного опроса выявляются детали, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными студентами в ходе учебных занятий. Тем самым опрос выполняет важнейшие обучающую, развивающую и корректирующую функции, позволяет студентам учесть недоработки и избежать их при подготовке к промежуточным аттестациям.

Все выполняемые студентами самостоятельно задания (выполнение контрольных и лабораторных работ) подлежат последующей проверке преподавателем. Результаты текущих аттестаций учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации.

В случае необходимости перехода на дистанционный режим обучения будет создан электронный курс «Макростатистический анализ и прогнозирование» на портале «Электронный университет ВГУ» <https://edu.vsu.ru/>. Там же будут размещены необходимые для усвоения курса материалы.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Плотников А. Н. Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов: Учебное пособие / А. Н. Плотников. — СПб : Издательство «Лань», 2015. — 224 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/65051/">http://e.lanbook.com/view/book/65051/</a> .

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Свешников А. А. Прикладные методы теории вероятностей: Учебник / А. А. Свешников.; Под ред. О. И. Зайца. — СПб. : Издательство «Лань», 2012. — 480 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/3184/">http://e.lanbook.com/view/book/3184/</a> .

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
3	Официальный сайт мехмата МГУ: <a href="http://www.math.msu.ru">http://www.math.msu.ru</a> .
4	Сайт математического факультета (раздел, на котором размещены методические издания): <a href="https://math.vsu.ru/wp/?page_id=937">https://math.vsu.ru/wp/?page_id=937</a> –.
5	ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
6	Электронно-библиотечная система «Издательства Лань»: ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ).
7	Электронно-библиотечная система «Консультант студента». – ( <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> )
8	Электронный каталог ЗНБ ВГУ : <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> .
9	Электронный университет ВГУ : <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a> .

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	Практикум по курсу «Моделирование систем» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 4-5 курсов фак. компьютер. наук днев. и вечер. формы обучения; для направлений: 230200 - Информ. системы, 230400 - Информ. системы и технологии; специальности, 230201 - Информ. системы и технологии]. Ч. 1 / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова , М.А. Дрюченко .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-217.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-217.pdf</a> >.
2	Практикум по курсу «Моделирование систем» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 4-5 курсов фак. компьютер. наук днев. и вечер. формы обучения направлений: 230200 - Информ. системы, 230400 - Информ. системы и технологии; специальности 230201 - Информ. системы и технологии]. Ч. 2 / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова , М.А. Дрюченко .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-216.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-216.pdf</a> >.
3	Положение об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Основными формами аудиторных занятий при изучении дисциплины являются лекции и практические занятия. В основу методологии обучения данной дисциплине целесообразно положить, образовательные технологии, предусматривающие активное участие обучающихся в сборе и анализе материалов по дисциплине и взаимное обогащение полученной информацией.

При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная, проблемная, и т.д.). Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности обучающихся;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью обучающихся.

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>).

Перечень необходимого программного обеспечения: Win10pro или Linux, Microsoft Office, LibreOffice 6, Calc, Microsoft Visual Studio, Microsoft Visual C++, Foxit Reader, браузер Mozilla Firefox, Opera или Internet.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации; специализированная мебель.

Для самостоятельной работы используется класс с компьютерной техникой, оснащенный необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой и нормативной поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Методологические вопросы прогнозирования	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.3	Перечень вопросов, доклад
2	Элементы общей теории статистики	ПК-1	ПК-1.1	Перечень вопросов, практические задания
3	Введение в прикладной статистический анализ. Теория прогнозирования.	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Перечень вопросов, практические задания, сообщение, доклад
4	Корреляционно-регрессионный анализ	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Перечень вопросов, практические задания
5	Анализ временных рядов	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Перечень вопросов, практические задания
6	Прочие методы прогнозирования	ПК-1	ПК-1.1	Перечень вопросов, сообщение, доклад
Промежуточная аттестация Форма контроля – экзамен				Перечень вопросов и практическое задание к экзамену

### 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

#### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: устных опросов, докладов, проверки практических заданий.

##### 1. Примерный вопросов для текущей аттестации:

1. Сбор и обработка информации.
2. Система статистических показателей.
3. Средние величины и вариация.
4. Дисперсии. Свойства дисперсии.
5. Центральные моменты.
6. Характеристика связи между признаками.
7. Временные ряды (Ряды динамики). Абсолютные и относительные показатели динамики, цепные и базисные.
8. Понятие парной линейной регрессии.
9. Сущность метода наименьших квадратов.
10. Точечный и интервальный прогнозы.
11. Понятие статистической оценки параметров парной регрессии и корреляции.
12. Параболическая корреляция.
13. Гиперболическая корреляция.
14. Выделение тренда.
15. Понятие коррелограммы, автокорреляции.
16. Методика измерения параметров тренда.
17. Метод многократного скользящего выравнивания, сезонные колебания.

## 18. Содержание адаптивных методов прогнозирования: методы Брауна и Хольта.

**2. Примерный перечень докладов для текущей аттестации:**

1. Принципы разработки прогнозов.
2. Типология прогнозов.
3. Классификация методов прогнозирования.
4. Роль моделирования в прогнозировании.
5. Экспертные методы.
6. Метод Дельфи, метод «Дерева целей».
7. Имитационное моделирование.
8. Логические методы прогнозирования.

**3. Примерный перечень практических заданий для текущей аттестации:**

1. Даны выборки факторов  $x_i$  и  $y_i$ . По этим выборкам найти уравнение линейной регрессии. Найти коэффициент парной корреляции. Проверить на уровне значимости 0,05 регрессионную модель на адекватность:

Значения фактора $x_i$ (одинаковое для всех вариантов)									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Вариант	Значения фактора $y_i$ (по вариантам)									
1.	-3,7	-3,1	-4,4	-6,5	-4,6	-4,4	-8,4	-4,1	-5,5	-7,5
2.	12,1	12,1	10,7	12,1	9,6	11,2	12,8	12,5	10,0	16,6
3.	-2,3	-2,7	-2,9	-2,8	-2,1	3,0	2,2	4,7	4,5	3,2
4.	3,8	3,0	3,5	3,1	1,0	-0,6	0,1	-2,5	2,6	-1,2
5.	6,7	6,3	4,4	9,5	5,2	4,3	7,7	7,1	7,1	7,9
6.	11,3	7,4	10,7	9,0	7,4	6,2	3,9	5,8	13,4	9,1
7.	3,2	3,1	3,7	1,4	3,5	4,3	0,6	-3,5	-2,4	-2,3
8.	15,1	11,0	12,3	10,3	9,6	6,2	8,0	10,6	8,3	6,4
9.	0,0	-0,8	1,9	3,5	2,4	5,4	8,7	11,2	10,8	12,7
10.	1,9	5,4	10,0	9,1	12,5	16,6	13,9	17,0	21,0	20,2
11.	0,0	3,7	4,6	3,0	0,2	5,3	5,0	6,2	9,2	14,5
12.	10,3	11,0	10,6	12,0	11,3	13,7	12,7	14,7	16,5	14,2
13.	2,1	0,1	1,2	0,8	2,8	1,5	2,7	1,8	0,0	-2,5
14.	0,3	-2,1	0,6	-2,8	-1,0	-3,4	0,0	-5,3	-1,0	-3,1
15.	13,6	13,9	13,1	10,5	13,9	14,7	12,2	17,7	17,5	19,0

2. Некоторая организация желает исследовать зависимость полученной прибыли  $Y$  (сотни тыс. руб.) от вложения средств в научные разработки выпускаемой продукции  $X$  (тыс. руб.). Для этого рассматриваются 4 регрессионных уравнения: линейное:  $y = ax + b$ , гиперболическое, экспоненциальное и степенное. Необходимо найти их коэффициенты  $a$  и  $b$ , и, сравнив показатели качества, выбрать функцию, которая наилучшим образом описывает зависимость.

В результате наблюдений, получены данные:

Прибыль $Y$	5	6	8	11	16	22	29	35	44	57	83
Вложения $X$	2	4	7	9	10	12	15	16	20	22	25

3. По опытным данным построить уравнение регрессии вида  $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ .

$X$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
$Y$	5	7	12	13	11	8	5	3	2	4	6	9



4. Рассматривается зависимость урожайности некоторой культуры  $y_i$  от количества внесенных в почву минеральных удобрений  $x_i$ . Предполагается, что эта зависимость квадратичная. Необходимо найти уравнение регрессии:

Вариант	Внесено удобрений $x_i$ , ц./га (одинаковое для всех вариантов)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Урожайность $y_i$ (по вариантам)										
1.	19,4	28,8	48,2	58,0	80,3	88,7	96,1	119,2	146,9	168,0
2.	26,6	45,7	63,8	78,3	86,4	97,7	96,9	113,6	113,6	120,9
3.	13,1	27,2	36,9	47,3	56,2	68,0	77,4	74,6	79,4	79,9
4.	25,2	46,2	56,7	77,6	91,5	112,3	106,2	131,9	149,4	141,8
5.	29,8	58,8	72,2	101,5	141,0	135,1	156,6	181,7	216,6	208,2
6.	17,8	27,4	32,0	43,7	44,5	41,4	34,4	36,9	25,1	15,1
7.	12,7	20,0	24,9	21,5	21,3	20,4	13,4	13,1	4,0	2,8
8.	26,2	44,3	66,7	72,5	89,5	97,5	98,0	117,5	97,2	108,2
9.	29,5	54,7	67,5	97,4	102,8	118,2	131,7	128,7	134,5	133,0
10.	15,5	25,4	36,4	39,9	43,3	38,8	49,1	52,6	51,0	43,2
11.	23,5	44,9	47,1	70,2	94,4	104,5	125,9	126,6	159,3	180,8
12.	9,8	15,0	23,8	22,0	20,6	13,3	7,1	4,6	2,7	1,9
13.	28,5	44,6	80,9	92,8	104,0	119,2	145,4	154,4	171,5	181,5
14.	21,6	38,2	49,1	54,8	63,6	59,8	56,5	72,5	60,8	57,7
15.	26,3	45,8	67,7	93,7	105,1	119,5	136,2	150,0	146,2	140,9

5. Анализируется зависимость объема производства  $Y$  (в денежных единицах, млн. руб. в неделю) от численности занятых рабочих  $X$  (тыс. чел.) на 35 предприятиях региона. При этом, при построении регрессионной модели желательно учесть принадлежность предприятия к одной из трех отраслей: машиностроения, легкой промышленности, пищевой промышленности.

Машиностроение:

X	4	1	2	7	0,5	6	5	11	9	10	13	2
Y	9	3	4	13	2	12	11	20	18	19	25	4

Легкая промышленность:

X	6	2	1	0,5	5	9	3	6	4	2
Y	23	11	9	5	18	24	11	19	16	9

Пищевая промышленность:

X	3	7	6	9	4	17	13	11	12	9	10	7	6
Y	11	18	15	20	12	35	30	24	27	21	25	20	16

Построить уравнение множественной регрессии с учетом фактора – отрасли (фиктивной переменной - Z).

6. В соответствии с методом наименьших квадратов по опытным данным найти уравнение линейной регрессии. Проверить выполнение предпосылок МНК.

Вариант	Значения фактора $x_i$ , (одинаковое для всех вариантов)									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Значения результирующего признака $y_i$ , (по вариантам)										
1.	12,3	16,3	16,4	16,0	18,5	17,3	20,0	19,5	19,0	19,7
2.	39,5	40,3	40,7	40,8	43,1	42,7	45,3	46,2	47,4	49,5
3.	32,4	32,4	34,8	37,1	38,0	38,7	38,6	39,9	43,8	43,5

4.	21,0	23,0	23,7	23,8	25,8	27,6	28,4	29,7	31,7	31,6
5.	27,6	28,8	29,6	31,1	30,9	31,3	33,1	34,6	35,1	37,2
6.	30,6	32,8	32,1	33,7	35,1	39,2	37,4	39,7	42,3	43,4
7.	18,5	19,5	20,1	23,7	23,6	24,0	26,2	26,5	28,3	28,1
8.	13,3	12,2	13,1	11,5	15,7	13,7	16,8	13,9	16,9	16,8
9.	14,2	16,3	16,6	18,9	19,4	20,4	23,3	24,2	27,1	27,4
10.	34,4	34,8	36,1	37,7	37,3	37,5	37,5	39,6	40,9	43,6
11.	20,6	20,2	19,6	21,3	23,2	23,9	23,2	23,0	24,1	25,2
12.	17,4	18,6	18,0	21,3	21,3	24,4	24,1	27,2	27,0	28,7
13.	38,3	39,3	40,1	43,9	42,9	42,1	45,2	44,3	47,9	47,8
14.	38,0	40,9	39,1	39,7	39,3	38,4	41,4	42,9	41,3	42,7
15.	36,7	36,5	37,2	38,0	38,3	39,5	41,7	39,9	42,0	41,8

7. Владелец продуктового магазина, расположенного рядом с крупным промышленным предприятием, желает изучить временной ряд зависимости выручки в течении года. Средняя выручка фиксировалась подекадно (за 10 дней) в течение года. Имеется предположение, что имеется временной тренд, связанный с развитием и расширением магазина, и кроме этого, циклическую тенденцию, которая может быть объяснена периодичностью выдачи заработной платы сотрудникам соседнего предприятия. Исследовать структуру временного ряда, а также найти модель тенденции ряда (тренд), и модель циклической (сезонной) компоненты.

Декада	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	Временной ряд – (в первом столбце - номер варианта)																	
1.	52,7	52,1	53,4	57,3	56,1	56,2	61,3	60,9	60,5	65,4	65,6	65,6	70,7	68,7	70	73,6	73,7	74,5
	79	78,2	78,6	83,5	81	82,3	87,1	86,3	85,5	91,4	90,6	90,7	95,5	93,6	94,3	100	99	99
2.	74,4	73,2	74,3	79,9	78,7	79,7	84,1	84,3	85,4	89,3	89,6	91	94,7	95,2	95,4	101	101	100
	107	105	106	111	112	113	117	116	117	122	121	122	127	127	128	133	132	134
3.	84,1	82,6	83,8	87,5	87,3	88,1	93	92,3	93,6	98,4	97,2	97,1	102	103	102	107	107	107
	112	111	112	117	117	117	122	121	123	126	127	127	131	130	132	137	135	135
4.	32,8	30,3	30,8	35,7	34,1	34,2	37,5	35,8	35,7	39,1	38,8	37,3	43,2	40,8	41	44,2	43,8	42,4
	46,7	46,1	45,7	49,7	47,4	47,8	52	50,1	49,8	54,6	51,9	52,3	56,1	54,3	55,2	60	57,2	57,9
5.	13,1	11,9	11,8	17,3	15,9	16,1	20,5	19,2	19,9	23,9	22,8	23,8	27,6	26,3	26,1	31,2	30,1	30,3
	35,1	33	33,9	38,6	36,3	38	41,9	40	40,3	44,8	43,8	45,2	49,6	48	47,7	53,5	50,8	52,2
6.	19,2	18	18,9	24,4	23,2	23,1	27,9	28,8	28,2	34,8	33,2	33,3	39,8	38,7	40,1	43,2	44,3	43,3
	48,2	48,4	50,1	53,8	52,8	54,4	59,4	58,1	58,5	64,5	63,4	64,3	70,4	67,9	68,7	73,8	74,5	74,5
7.	27	25,4	25,6	31	28,9	28,2	34	32,2	32,3	36,9	34,3	33,6	38,2	37,1	36,3	41,8	40,1	40,5
	44,8	41,9	42,8	46,8	44,7	44,7	48,4	47,7	48,3	52,7	49,7	50,8	54,2	52,7	53,6	56,8	56,7	56,3
8.	22	20,4	21,6	25,6	22,9	24,3	27,3	26,7	26,7	30,9	28,9	28,9	32,5	30,3	31,3	33,9	33,1	33
	37,4	35,9	35,4	40,4	38,3	38,6	42,6	40,3	40,3	45,1	43,2	42,2	45,9	44,4	44,3	48,4	46,8	48,1
9.	53,4	52,8	52	57,3	54,9	54,9	60,4	59,9	60,4	63,6	63,2	63,3	68,2	65,6	66,9	70,4	69,5	70
	73,9	73,2	72,8	78	77,4	77,6	81,4	80,8	80,8	85,2	83,4	85,5	88,2	87,3	88,4	93	91,8	92,4
10.	73,2	72,8	73,4	79,6	77,9	78,4	84,1	82,5	84	89,9	88,6	88	93,5	93,5	94,6	98,7	98,4	99,6
	104	103	104	108	108	110	114	115	114	119	119	120	125	123	125	130	129	129
11.	82,1	82,2	82	85,9	83,1	83,2	88,7	87,4	87,3	90,5	89,7	90	93,6	91,4	92,7	97,1	93,8	94
	98,1	97,1	96,8	103	101	101	104	103	102	108	105	105	109	109	108	113	110	111
12.	33,7	31,6	32,6	37,4	37,3	37,5	42,9	42,1	41,3	47,7	45,8	46,1	50,5	49,9	50,2	55,8	55,8	54,8
	61,3	59	60,4	64,7	63,2	65,3	69,2	68,8	69,3	73,9	72,1	73,4	78,7	77,1	78,1	82,8	81,7	82,1
13.	53,5	52,7	53,6	58,8	58,7	60,5	65,5	63,8	66	70,8	70	70,9	75,9	76,6	77,4	82,6	81,4	81,9
	88,3	86,8	89,2	94	93,7	93,4	99,5	99,4	99,1	105	105	105	110	110	111	117	115	116
14.	23,2	21,6	23,3	26,8	27	25,5	31,8	30,4	29,6	34,1	33,1	33,8	38,5	37,4	38,2	42,7	40,7	42,6
	46,1	45,5	46,4	49,9	49,2	50,7	53,8	52,8	52,9	57,9	57,8	57,3	62,2	60,7	61,9	66,7	65,3	64,5
15.	74,3	74,1	75,4	80,8	78,7	81,4	85,4	86,2	85,9	92	90,9	93,1	97,5	97,8	98,9	105	104	105
	110	109	111	116	115	116	121	121	123	129	127	128	133	134	134	140	140	140

Текущий контроль успеваемости проводится регулярно в форме устных опросов, выступлений с докладами, сообщениями, в форме проверки выполнения индивидуальных практических заданий. Каждое практическое задание рассчитано на 2 академических часа практических занятий. По результатам выполнения обучающийся должен представить анализ полученного решения, интерпретацию результатов, выводы и заключения по заданию. Задание считается сданным при правильном использовании алгоритма выполнения и верной интерпретации результата. Целью текущего контроля является

обеспечение оперативного контроля за ходом освоения дисциплины, приобретением и развитием навыков самостоятельной работы обучающихся.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. На экзамене обучающийся должен ответить на билет. Каждый билет содержит один теоретический вопрос и практическое задание.

### 1. Примерный перечень практических заданий к экзамену:

#### Задание № 1

Некоторая фирма, производящая товар, хочет проверить, эффективность рекламы этого товара. Для этого в 10 регионах, до этого имеющих одинаковые средние количества продаж, стала проводиться разная рекламная политика и на рекламу начало выделяться  $x_i$  денежных средств. При этом фиксировалось число продаж  $y_i$ . Предполагая, что для данного случая количество продаж пропорциональны расходам на рекламу, необходимо в соответствии с методом наименьших квадратов найти уравнение линейной регрессии. Найти коэффициент линейной корреляции. С доверительной вероятностью  $p = 0,95$  проверить модель на адекватность.

Расходы на рекламу $x_i$ , млн. р.									
0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Количества продаж $y_i$ , тыс. ед.									
12,3	16,3	16,4	16,0	18,5	17,3	20,0	19,5	19,0	19,7

#### Задание № 2

Торговая организация продает сантехнику в разных райцентрах области. Маркетинговый отдел справедливо считает, что объемы продаж (фактор  $y$ , тыс. шт. в месяц) линейно зависят от количества жителей в районном центре (фактор  $x$ , тыс. чел.) Имеются эмпирические данные о среднемесячных количествах продаж в различных регионах области. Необходимо в соответствии с методом наименьших квадратов найти уравнение линейной регрессии, найти коэффициент линейной корреляции, с доверительной вероятностью  $p = 0,95$  проверить модель на адекватность. Каков будет точечный прогноз объемов продаж при количестве жителей райцентра 40 тыс. человек.

Объемы продаж (фактор $y$ , тыс. шт. в месяц)									
22,3	54,8	42,1	52,2	41,1	22,9	31,4	25,3	40,1	33,1
Количество жителей райцентра (фактор $x$ , тыс. чел.)									
15,8	33,2	27,5	31,9	28,6	11,9	19,6	16,8	25,5	19,9

#### Задание № 3

Имеются данные о доли расходов на товары длительного пользования  $y_i$  от среднемесячного дохода семьи  $x_i$ . Предполагается, что зависимость является гиперболической. Необходимо в соответствии с методом наименьших квадратов найти уравнение гиперболической регрессии. Найти коэффициент парной корреляции,  $\alpha = 0,1$  проверить его значимость на уровне 0,1. Проверить модель на адекватность.

Доход семьи $x_i$ , тыс. р. на 1 чел.									
2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
Процент расходов на товары длительного пользования $y_i$									
29,3	25,4	25,0	23,4	23,1	22,6	21,7	21,7	22,2	22,4

#### Задание № 4

Развивающиеся предприятие, производящая товар, фиксирует количество произведенного товара (фактор  $y$ , тыс. шт.) от материальных затрат на ее производство (фактор  $x$ , тыс. руб.). Для этого в течении 10 кварталов фиксировались эмпирические показатели факторов. Предполагая, что для данного случая зависимость количества произведенного товара от расходов на производство является показательной, в соответствии с методом наименьших квадратов найти уравнение нелинейной регрессии. Найти парный коэффициент корреляции, с уровнем значимости 0,1 проверить модель на адекватность.

Материальные затраты на производство (фактор $x$ , тыс. руб.)									
3,1	3,5	4,0	4,4	5,2	5,5	6,1	6,5	7,1	7,3
Количество произведенного товара (фактор $y$ , тыс. шт.)									
32,4	32,4	34,8	37,1	38,0	38,7	38,6	39,9	43,8	43,5

### Задание № 5

Развивающаяся торговая организация вкладывает все свои средства в развитие. при этом фиксируется получаемая прибыль за 10 кварталов (фактор  $y$ , за квартал, млн. руб.), от года существования предприятия (фактор  $x$ ). Предполагая, что прибыль зависит от года существования по экспоненциальному закону, в соответствии с методом наименьших квадратов найти уравнение нелинейной регрессии. Найти коэффициент парной корреляции. С доверительной вероятности  $p = 0,05$  проверить модель на адекватность. Сделать точечный прогноз на 12 год развития предприятия.

Год существования предприятия $x_i$									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прибыль $y_i$ , млн. р.									
11,5	11,9	12,4	13,6	16,8	21,4	29,7	39,8	51,6	77,3

### Задание № 6

Исследуется зависимость месячного расхода семьи на продукты питания  $z_i$ , тыс. р. от месячного дохода на одного члена семьи  $x_i$  тыс. р. и от размера семью  $y_i$ , чел. Необходимо в соответствии с методом наименьших квадратов найти уравнение линейной регрессии  $z = ax + by + c$ . Найти коэффициент множественной корреляции и с вероятностью 0,95 проверить модель на адекватность.

$x_i$	2	3	4	2	3	4	3	4	5	3	4	5	2	3	4
$y_i$	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
$z_i$	2,1	2,6	2,5	2,9	3,1	3,3	3,9	4,5	4,9	4,6	5,1	5,7	5,0	5,4	5,6

### Задание № 7

Исследуется зависимость месячного расхода семьи на продукты питания  $f_i$ , тыс. р. от месячного дохода на одного члена семьи  $x_i$  тыс. р., от размера семью  $y_i$ , чел. и от прожиточного индекса жизни города  $z_i$  тыс. р. Предполагается, что она имеет линейный вид. Найти матрицу парных коэффициентов корреляции. Отобрать факторы для регрессионной модели, построить линейное уравнение регрессии. Проверить с доверительной вероятностью 0,95 его адекватность.

$x_i$	2	3	4	2	3	4	3	4	5	3	4	5	2	3	4
$y_i$	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
$z_i$	5	4	2	3	6	4	5	1	3	2	4	1	6	2	1
$f_i$	2,3	2,1	2,9	2,7	3,2	3,4	3,8	4,2	4,2	4,5	5,2	5,8	4,7	5,5	5,1

### Задание № 8

Отобрать факторы и построить многофакторную линейную регрессионную модель для данных:

X <sub>1</sub>	3	4	3	4	5	7	6	7	8	9	9	9	11
X <sub>2</sub>	18	16	17	18	15	15	16	13	14	15	13	12	11
X <sub>3</sub>	11	12	15	14	13	15	12	17	13	11	14	15	17
X <sub>4</sub>	2	4	5	5	6	8	9	11	11	12	12	13	15
Y	16	15	13	14	12	11	11	10	8	8	9	7	6

Проверить адекватность модели на уровне 0,01.

### Задание № 9

Имеются данные о росте производительности труда двух филиалов развивающегося предприятия за 16 недель (факторы X и Y).

X	14	15	17	16	20	23	20	19	23	25	27	33	32	30	35	33
Y	14	16	14	19	20	23	23	23	22	25	26	30	28	31	34	31

Необходимо определить, существует ли линейная связь между факторами X и Y, и оценить величину этой связи. Если связь имеется, то нужно построить уравнение линейной регрессии с включенным в него фактором времени.

### Задание № 10

Имеется временной ряд количества потребления пищевой добавки «BONA» за 24 квартала (млн. л).

Потребления пищевой добавки «BONA» за 24 квартала (млн. л)												
18,2	18,9	16,5	16,1	22,1	23,4	21,0	20,1	25,1	26,8	24,8	24,3	
29,9	32,7	30,0	27,8	32,7	36,0	32,2	32,5	38,1	40,4	39,0	35,3	

- 1) Исследовать структуру временного ряда, построив коррелограмму с лагом от 1 до 8.
- 2) Построить модель тенденции ряда (тренд), и модель циклической (сезонной) компоненты.

### Задание № 11

Имеется временной ряд количества потребляемой электроэнергии в районе за 24 квартала (млн. кВт).

Потребление электроэнергии за 24 квартала (млн. кВт)											
127	125	125	129	134	133	132	134	140	139	138	139
146	144	145	146	152	150	151	153	158	157	158	160

- 1) Исследовать структуру временного ряда, построив коррелограмму с подходящим лагом.
- 2) Построить модель тенденции ряда (тренд), и модель циклической (сезонной) компоненты.

## 2. Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Сбор и обработка информации.
2. Система статистических показателей.
3. Средние величины и вариация.

4. Дисперсия. Свойства дисперсии.
5. Центральные моменты.
6. Характеристика связи между признаками.
7. Временные ряды (Ряды динамики).
8. Абсолютные и относительные показатели динамики.
9. Цепные и базисные показатели.
10. Смыкание рядов динамики. Приведение к одному основанию.
11. Понятие парной линейной регрессии.
12. Метод наименьших квадратов.
13. Типология прогнозов.
14. Классификация методов прогнозирования.
15. Точечный и интервальный прогнозы.
16. Понятие статистической оценки параметров парной регрессии и корреляции.
17. Параболическая корреляция.
18. Гиперболическая корреляция.
19. Множественная линейная регрессия.
20. Выделение тренда.
21. Понятие коррелограммы, автокорреляции.
22. Методика измерения параметров тренда.
23. Метод многократного скользящего выравнивания, сезонные колебания.
24. Содержание адаптивных методов прогнозирования: методы Брауна и Хольта.
25. Экспертные методы прогнозирования.
26. Метод Дельфи.
27. Метод «Дерева целей».
28. Логические методы прогнозирования.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

*Знания:*

– основных понятий, методов и приемов статистического анализа, моделирования и прогнозирования, методов сбора и обработки информации, принципов использования теоретических положений в научно-исследовательской деятельности.

*Умения:*

– применять регрессионный и корреляционный анализ при решении теоретических и прикладных задач, собирать, обрабатывать, анализировать результаты исследований, полученных при решении инженерных и экономических задач, выбирать инструментальные средства анализа, интерпретировать результаты, выявлять тенденции и закономерности и применять их при построении прогнозов.

*Владение:*

– навыками построения адекватных моделей и методами их оценивания, методами математико-статистического анализа и прогнозирования при решении инженерных и экономических задач, методологией и практическими навыками статистического анализа основных тенденций на основе построения адекватных прогностических моделей в ходе научно-исследовательской деятельности.

Проверка приобретенных знаний, умений и навыков, освоенных компетенций проводится на основе выполнения практических заданий и ответов на вопросы.

Обучающийся должен выполнить соответствующие расчеты, представить анализ полученного решения, интерпретацию результатов, выводы и заключения по заданию. Дать ответы на вопросы.

Для оценивания результатов на экзамене используется **шкала**: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения показаны в следующей таблице:

Критерии оценивания	Шкала оценок
Полные и верные ответы на вопросы, правильное использование алгоритма выполнения практического задания и верная интерпретация результата.	«Отлично»
Достаточно полные ответы на вопросы, правильное использование алгоритма выполнения практического задания и верная интерпретации результата, при этом допускаются незначительные неточности.	«Хорошо»
Не полные ответы на вопросы, правильное использование алгоритма выполнения практического задания не верная интерпретация полученного результата.	«Удовлетворительно»
Плохое владение материалом: ответ неверен, отсутствуют выводы, либо они не верны, отсутствие ориентации в предмете.	«Неудовлетворительно»