

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
математического моделирования



М.Ш. Бурлуцкая

26.06.2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.01.02 Программирование на языке R**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 01.04.04 Прикладная математика
- 2. Профиль подготовки:** Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
- 3. Квалификация выпускника:** Магистр
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
Кафедра математического моделирования
- 6. Составитель программы:** Сухочева Людмила Ивановна, к.ф.-м.н., ст.н.с.
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом математического факультета, протокол № 0500-03 от 24.03.2022
- 8. Учебный год:** 2022/2023                      **Семестр:** 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- формирование систематизированных знаний умений и навыков в области программирования;
- ознакомление с принципами работы современных языков программирования на примере языка R, со сферами применения, с характерными особенностями и возможностями.

*Задачи учебной дисциплины:*

- дать основы языка R: изучить синтаксис языка, набор команд, возможности визуализации, интерфейсы и интерактивные инструменты навигации, опции для машинного обучения и глубокого анализа Больших Данных;
- показать преимущества языка R в области обработки и анализа статистических данных и прогнозирования временных рядов;
- провести сравнительный анализ с другими инструментами для работы с данными;
- развивать алгоритмическое мышление.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Программирование на языке R относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору Блока 1.

При изучении дисциплины обучающиеся должны владеть основами программирования, знать основные положения теории вероятностей, иметь навыки обработки статистических данных, в том числе, применения регрессионного и дисперсионного анализа.

Приобретенные в результате изучения дисциплины 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-2	Способен руководить проектами по созданию и эксплуатации программного обеспечения для решения инженерных и прикладных задач	ПК-2.1	Знает методы и средства разработки программного обеспечения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы программирования и алгоритмизации на языке R.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решать типовые и прикладные задачи анализа данных, используя возможности программирования на языке R.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками использования языка программирования R и сопрягаемых с ним программных средств для решения инженерных и экономических задач.</li> </ul> <p>Знать:</p>

		ПК-2.3	Владеет методами решения прикладных задач, используя современное программное обеспечение	<p>- прикладные области в которых применяется языкR.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математически описывать предметные области, использовать все средства и возможности программирования на R.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами решения прикладных задач, используя средства языка программирования R.</li> </ul>
--	--	--------	--	---

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2/72.**

**Форма промежуточной аттестации - зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			Несеместра 2
Аудиторные занятия		28	28
в том числе:	лекции	14	14
	практические	-	-
	лабораторные	14	14
Самостоятельная работа		44	44
в том числе: курсовая работа (проект)		-	-
Форма промежуточной аттестации <i>зачет</i>		-	-
Итого:		72	72

**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	История языка R. Концепция работы с R.	История языка R и его место среди других средств обеспечения практической деятельности. Сферы применения, характерные особенности. R как среда программирования для анализа данных.	-
1.2	Введение и предварительные замечания.	Оболочки и среды программирования, поддерживающие R. Пакеты (команда <i>library</i> ), R- Studio. Команды R, учет регистра, повтор и коррекция предыдущих команд,	-

		сохранение данных и удаление объектов. Оператор присваивания «с()».	
1.3	Структура данных. Числа и векторы. Векторная арифметика.	Операции на векторах: арифметические операторы: +, -, *, / и ^); арифметические функции: <i>log, exp, sin, cos, tan, sqrt, max, min, range, length, sum, prod</i> ; статистические функции: <i>mean</i> и <i>var, seq</i> – генерация последовательностей. Логические векторы. Векторы символов. Векторы индексов.	-
1.4	Объекты их режимы и атрибуты. Массивы и матрицы. Списки и фреймы данных.	Понятие объекта ( <i>list</i> ), функции и выражения. Получение и установка атрибутов. Массивы ( <i>array</i> ). Функция <i>array()</i> . Арифметика массива. Правило рециркуляции. Матричные инструменты. Создание и работы с фреймами данных.	-
1.5	R, как ряд статистических таблиц. Графические процедуры.	Исследование распределения набора данных. Гистограмма, функция распределения, сравнение с нормальным распределением. Функция <i>plot()</i> . Отображение многомерных данных. Векторные шрифты. Херши. Интерактивная графика. Графические элементы. Оси и метки. Поля рисунка.	-
1.6	Статистические модели в R. Пакеты для анализа временных рядов.	Определение статистических моделей, формулы. Линейные модели. Дисперсионный анализ и сравнение модели. Таблицы ANOVA. Нелинейные наименьшие квадраты и модели наибольшего правдоподобия. Описание пакетов, используемых для анализа временных рядов. Нелинейный анализ временных рядов.	-
1.7	Обзор возможностей R в области обучения нейросетей, машинного обучения и анализа Больших Данных.	Возможности R в поиске и анализе больших объемов информации, неклассические методы оптимизации, обучение нейросетей.	-
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
1.1	Введение и предварительные замечания. Установка базовой версии R, RStudio.	Загрузка базовой версии языка программирования R и инструкции по ее установке, например с <a href="#">CRAN</a> — Comprehensive R Archive Network а также RStudio и вспомогательных пакетов ( <i>&gt; library(boot)</i> ). Получение справки по функциям и средам.	-
1.2	Основы написания кодов в R. Структура	Оператор присваивания. Простые манипуляции. Реализация на R векторных	-

	данных. Векторная арифметика.	операций.	
1.3	Объекты. Массивы и матрицы. Списки и фреймы данных.	Объекты( <i>list</i> ) в R. Работа с матрицами и массивами. Решение линейных уравнений, $>solve(A,b)$ , нахождение собственных значений и собственных векторов (функция <i>eigen</i> ). Создание и работа с фреймами данных.	-
1.4	R, как ряд статистических таблиц. Графические процедуры.	Набор статистических таблиц. Функция <i>plot()</i> . Использование команд рисования Графический вывод Использование параметров для высокоуровневых графических функций и низкоуровневых команд рисования Реализация интерактивной графики	-
1.5	Статистические модели в R.	Подгонка статистических моделей. Оператор $\sim$ . Функции <i>lm()</i> и <i>summary()</i> . Построение парной линейной регрессионной модели по заданным векторам выборочных данных. Проверка ее качества, анализ распределения остатков. Построение графиков.	
1.6	Статистические модели в R	Модель множественной линейной регрессии Метод наименьших квадратов Построение линейной модели множественной регрессии по заданным векторам выборочных данных. Проверка ее качества, анализ распределения остатков. Построение графиков.	
1.7	Контрольная работа	Выполнение индивидуальных заданий.	

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	История языка R. Концепция работы с R.	2	-	-	2	4
1.2	Введение и предварительные замечания.	2	-	2	6	10
1.3	Структура данных. Числа и векторы. Векторная арифметика.	2	-	2	6	10
1.4	Объекты их режимы и атрибуты. Массивы и матрицы. Списки и фреймы данных.	2	-	2	6	10
1.5	R, как ряд статистических таблиц. Графические процедуры.	2	-	2	6	10

1.6	Статистические модели в R. Пакеты для анализа временных рядов.	2	-	4	8	14
1.7	Обзор возможностей R в области обучения нейросетей, машинного обучения и анализа Больших Данных.	2	-	-	6	8
1.8	Контрольная работа	-	-	2	4	6
	Итого	14	-	14	44	72

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

Учебная дисциплина Программирование на языке R включает в себя комплексную методологию статистического анализа, моделирования и программирования. 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 лабораторных занятий с целью закрепления теоретических знаний. Самостоятельная работа обучающихся направлена на формирование навыков программирования и их использования для решения актуальных прикладных задач. Модельные примеры, иллюстрирующие применение основных концепций программных средств R, обеспечивают формирование навыков программирования на R и являются основой для самостоятельного выполнения лабораторных работ.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется внимательное изучение конспектов лекций, материалов лабораторных занятий, работа с основной и дополнительной литературой. Полноценное восприятие основных концепций дисциплины предполагает наличие базовых знаний теории вероятностей и математической статистики.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видовисточников)

**а) основная литература:**

№п/п	Источник
1.	<i>Плотников А. Н. Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов: Учебное пособие. — СПб.:Издательство «Лань», 2015. — 224 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература)</i> Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/65051/">http://e.lanbook.com/view/book/65051/</a>
2.	<i>Свешников А. А. Прикладные методы теории вероятностей: Учебник / Под ред. О. И. Зайца. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 480 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература)</i> Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/3184/">http://e.lanbook.com/view/book/3184/</a>
3	<i>The R Project for Statistical Computing [Сайт] //URL: <a href="http://www.r-project.org/">http://www.r-project.org/</a></i>

**б) дополнительная литература:**

№п/п	Источник
4.	<i>Буховец, А.Г. Статистический анализ данных в системе R: Учебное пособие / А.Г. Буховец, П.В. Москалев, Богатова, Т.Я., Бирючинская; Под ред. А.Г. Буховец. —Воронеж: ВГАУ, 2010. — 124 с. Режим доступа: <a href="https://gis-lab.info/docs/books/moskalev2010_statistical_analysis_with_r.pdf">https://gis-lab.info/docs/books/moskalev2010_statistical_analysis_with_r.pdf</a></i>

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

№п/п	Ресурс
4	<i>Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. — (<a href="http://www.lib.vsu.ru/">http // www.lib.vsu.ru/</a>)</i>
5.	<i>Электронно-библиотечная система «Издательства Лань». — (<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>)</i>
6.	<i>Электронно-библиотечная система "Консультант студента". — (<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>)</i>
7.	<i>Официальный сайт мехмата МГУ <a href="http://www.math.msu.ru">http://www.math.msu.ru</a></i>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№п/п	Источник
1.	<i>Сирота А.А., Митрофанова Е.Ю., Дрюченко М.А. Практикум по курсу "Моделирование систем" учебно-методическое пособие для вузов Ч. 1,2/ А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова, М.А. Дрюченко.— Воронеж:ИПЦ ВГУ, 2013 [Электронный ресурс].</i>

**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 лабораторные 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.

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерный класс: специализированная мебель, маркерная доска, персональные компьютеры

Ubuntu (бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ubuntu.com/download/desktop>)

VisualStudioCommunity (бесплатное и/или свободное ПО, лицензия <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/>)

The R Projekt for Statistical Computing: <https://www.r-project.org/> (бесплатное и/или свободное ПО)

### 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.	История языка R. Концепция работы с R.	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.3	Перечень вопросов, доклад.
2.	Введение и предварительные замечания.	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.3	Перечень вопросов, практические задания.
3.	Структура данных. Числа и векторы. Векторная арифметика.	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.3	Перечень вопросов, индивидуальные задания
4.	Объекты их режимы и атрибуты. Массивы и матрицы. Списки и фреймы данных.	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.3	Перечень вопросов, индивидуальные практические задания.
5.	R, как ряд статистических таблиц. Графические процедуры.	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.3	Перечень вопросов, индивидуальные практические задания.
6.	Статистические	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.3	Перечень вопросов, индивидуальные задания

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	модели в R. Пакеты для анализа временных рядов.			
7	Обзор возможностей R в области обучения нейросетей, машинного обучения и анализа Больших Данных.	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.3	Перечень вопросов.
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				

## 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:

#### 1. Примерный перечень вопросов

1. Обработка информации.
2. История языка R.
3. Сферы применения, характерные особенности R.
4. Команды R.
5. Сохранение данных и удаление объектов.
6. Оператор присваивания «с()».
7. Числа и векторы.
8. Векторная арифметика.
9. Логические векторы. Векторы символов. Векторы индексов.
10. Объекты и их режимы.
11. Массивы и матрицы.
12. Матричные инструменты.
13. Списки и фреймы данных.
14. Графические процедуры. Функция *plot()*.

15. Графические элементы. Оси и метки. Поля рисунка.
16. Выделение тренда.
17. Интерактивная графика.
18. Статистические модели в R.
19. Дисперсионный анализ и сравнение моделей. Таблицы ANOVA.
20. Нелинейный анализ временных рядов.

## 2. Примерный перечень докладов

1. История языка R.
2. Особенности программирования на R.
3. Сравнительный анализ с другими инструментами для работы с данными.
4. Машинное обучение и анализа Больших Данных.
5. Совместные возможности R и LaTeX-a.

## 3. Примерный перечень индивидуальных заданий, выполняемых на компьютере

1. Напишите программу на R определения разности между трехзначным числом и числом, составленным из тех же цифр, но взятых в обратном порядке.

2. Найти координаты вектора  $\mathbf{a}(1, -2, 3, -4)$  в базисе  $\mathbf{x}(1, 2, 3, 4)$ ,  $\mathbf{y}(4, 3, 2, 1)$ ,  $\mathbf{z}(1, 3, 4, 2)$  с помощью R.

3. Найти произведение двух произвольных матриц средствами R.

4. Даны выборки факторов  $x_i$  и  $y_i$ . По этим выборкам найти уравнение линейной регрессии. Найти коэффициент парной корреляции. Проверить на уровне значимости  $0,5 \alpha = 0,05$  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

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	1	11	20	1	19	25	4
						2			8			

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 -  $Z$ ) и проверить ее качество.

#### 4. Примерное задание контрольной работы

В соответствии с методом наименьших квадратов по опытным данным средствами R построить уравнение линейной регрессии. Проверить выполнение всех предпосылок МНК (условий Гаусса-Маркова). Провести проверку значимости построенной модели.

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

Текущий контроль успеваемости проводится регулярно в форме устных опросов, выступлений с докладами, в форме проверки выполнения индивидуальных заданий. Каждое индивидуальное задание рассчитано на 2 академических часа лабораторных занятий. По результатам выполнения обучающийся должен представить анализ полученного решения, интерпретацию результатов, выводы и заключения по заданию. Задание считается сданным при правильном использовании алгоритма, программных средств 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 зачета с помощью следующих примерных оценочных средств:

### 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 вероятности 0,95  $p = 0,95$  проверить модель на адекватность. Написать программу на R.

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 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

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. Найти коэффициент множественной корреляции и с вероятностью 0,95 проверить модель на адекватность средствами языка R.

$x_i$	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

Для оценивания результатов обучения на зачёте используются следующие показатели:

**Знание:**

прикладных областей, в которых применяется язык R, основных методы обработки информации, методов математико-статистического анализа, моделирования и программных средств для решения модельных задач.

**Умение:**

математически описывать предметные области, решать типовые и прикладные задачи анализа данных, используя возможности программирования на языке R.

**Владение:**

методологией и практическими навыками использования языка программирования R и сопрягаемых с ним программных средств для решения инженерных и экономических задач.

Проверка приобретенных знаний, умений и навыков, освоенных компетенций проводится на основе выполнения практических заданий программными средствами R.

Обучающийся должен написать программный код, реализовать решение на компьютере, предоставить интерпретацию результатов, выводы и заключения по заданию.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Достаточное владение материалом: правильное использование алгоритма и программных средств и верная интерпретации результата, при этом допускаются незначительные неточности.	Пороговый уровень и/или выше порогового	Зачтено
Плохое владение материалом: не знание алгоритма, ошибки в программе, отсутствуют выводы, либо они не верны, отсутствие ориентации в предмете.	Ниже порогового уровня	Незачтено