

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Программирование на языке R Б1.В.ДВ.12

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Теория вероятностей и математическая статистика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Григорьева И.С.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Турилова Е. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 975815

Казань
2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Григорьева И.С. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики , Irina.Grigorieva@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины "Статистический язык R"

- ознакомить студентов с возможностями программирования в области статистики с использованием свободного ПО "Язык R";
- сформировать представление о возможностях языка R и сфере его применения;
- научить пользоваться специфическим векторным вариантом программирования;
- способствовать выработке навыков самостоятельного поиска информации (в том числе в на английском языке), использования справочных систем языка.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.12 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Курс "Программирование на языке R" входит в число курсов по выбору профессионального цикла подготовки бакалавра по направлению "Прикладная математика и информатика" (Теория вероятностей и математическая статистика") и является разделом Б3.ДВ.6 ООП. Изучение дисциплины "Программирование на языке R" основывается на результатах изучения дисциплин, "Теория вероятности", "Математическая статистика", "Информатика".

Результаты подготовки по дисциплине "Программирование на языке R" могут быть использованы во всех дисциплинах прикладной направленности для моделирования изучаемых моделей .

Дисциплина изучается на 4 курсе.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные объекты, используемые в языке R и действия с ними;
способы ввода и вывода данных из/в файлы различных форматов;
набор задач, которые можно решать с помощью языка R;
способы обновления и расширения возможностей свободного ПО "R".

2. должен уметь:

применять векторный вариант объекто-ориентированного программирования;
решать с помощью R основные задачи статистической обработки данных;
подключать библиотеки программ для решения широкого класса статистических задач.

3. должен владеть:

постановки задач статистической обработки;
поиска в интернет обновлений и расширений языка, подключения их к работе.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать статистический язык R для решения статистических задач и задач обработки данных

совершенствовать навыки владения языком с использованием справочных и иных официальных материалов

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Знакомство с концепцией языка R. Установка на	7	1	0	4	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Ввод данных с клавиатуры, с помощью таблицы, из файла. Организация обращения к элементам данных	7	2-3	0	6	0	устный опрос
3.	Тема 3. Типы данных языка R. Объекты. Ввод данных из разных источников. Вывод результатов расчета в файл. Сохранение и вызов программного кода	7	4-5	0	6	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Защита рефератов по основам языка R	7	6-7	0	6	0	реферат
5.	Тема 5. Простейшая графика (гистограммы, графики, точечные образы), вывод на экран и в файлы	7	7-8	0	4	0	устный опрос
6.	Тема 6. Вычисление основных характеристик выборки. Вычисление результирующих величин для таблицы (по строкам и столбцам). Группа функций apply	7	9-10	0	6	0	контрольная работа
7.	Тема 7. Задача: построить выборку из случайной величины, равной сумме n равномерных величин. Проверить гипотезу нормальности этой величины (принцип больших чисел)	7	11-12	0	4	0	творческое задание
8.	Тема 8. Создание пользовательских функций	7	12-13	0	4	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Решение систем уравнений и неравенств графическим способом. Трехмерная графика. Работа с векторными данными и методами	7	14	0	2	0	устный опрос
10.	Тема 10. Подключение внешних библиотек. Библиотека проверки нормальности	7	15-16	0	4	0	устный опрос
11.	Тема 11. Библиотека дисперсионного анализа	7	16	0	2	0	домашнее задание
12.	Тема 12. Решение контрольных задач	7	17-18	0	6	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			0	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Знакомство с концепцией языка R. Установка на практическое занятие (4 часа(ов)):

История возникновения статистического языка R, его достоинства и недостатки, общая концепция (открытый совместно редактируемый язык с технологией командной строки и ООП). Производится загрузка последней версии на , первичное знакомство с консолью. Основной тип объектов в R- вектор. Векторная технология позволяет практически избавиться от циклов и операторов сравнения. Сценарии, состоящие из команд, сохраняются в виде скриптов, которые можно редактировать как текстовые файлы.

Тема 2. Ввод данных с клавиатуры, с помощью таблицы, из файла. Организация обращения к элементам данных

практическое занятие (6 часа(ов)):

Ввод данных языка R с клавиатуры и из файлов. Результат ввода таких данных в языке приобретает вид таблицы (data.frame). Обращение к элементам векторов и таблиц осуществляется с помощью квадратных скобок [], [[]], по именам полей. Аргументами этих операторов могут быть как числовые, так и логические векторы. Это позволяет отбирать данные по свойствам, в том числе свойствам элементов других векторов/таблиц.

Тема 3. Типы данных языка R. Объекты. Ввод данных из разных источников. Вывод результатов расчета в файл. Сохранение и вызов программного кода

практическое занятие (6 часа(ов)):

Данные языка R - числовые, строковые, логические. Различные типы объектов основаны на объекте "вектор". Это матрицы (matrix, array), таблицы (data.frame), списки (list), факторы. разные варианты организации файлов с исходными данными: текстовые файлы, Excel-подобные таблицы с расширением .csv. Вывод результатов расчета на экран и в текстовый файл. Операторы print, cat и другие. Преобразование объектов из одной формы в другую.

Тема 4. Защита рефератов по основам языка R

практическое занятие (6 часа(ов)):

Предлагается набор тем, каждую из которых можно изучить с помощью встроенной Справки и по литературе. Студент должен сделать реферат, с созданием собственных примеров (скриптов) и результатов их работы. Рефераты защищаются перед аудиторией.

Тема 5. Простейшая графика (гистограммы, графики, точечные образы), вывод на экран и в файлы

практическое занятие (4 часа(ов)):

Графические возможности языка R весьма широки. Основными графическими командами являются `plot` и `hist`. Они открывают окно для вывода данных и оформляют систему координат. На основе построенного образа можно добавлять и другие объекты: линии (`lines`, `abline`), точечные графики (`points`), текстовые надписи (`text`). Кроме того, оператор `plot` имеет множество методов, применимых к данным разного рода: таблицам, иерархическим деревьям и т.п.)

Тема 6. Вычисление основных характеристик выборки. Вычисление результирующих величин для таблицы (по строкам и столбцам). Группа функций `apply`

практическое занятие (6 часа(ов)):

Статистические применения языка R. Первичная обработка набора данных (вектора). Команды `summary`, `su`, `mean`, `sd` и т.п. Обработка наборов векторов (матриц, таблиц). Группа функций `apply` (`apply`, `tapply`, `sapply`, `lapply`). Создание выборок из различных распределений с последующим подсчетом параметров. Построение доверительных интервалов и сравнение их с истинными значениями.

Тема 7. Задача: построить выборку из случайной величины, равной сумме n равномерных величин. Проверить гипотезу нормальности этой величины (принцип больших чисел)

практическое занятие (4 часа(ов)):

Моделирование предельных теорем (закон больших чисел, ЦПТ). Проверка их для разных исходных распределений, разного количества и размера выборок. Проверка нормальности по критерию Шапиро-Уилкса. Проверка других гипотез

Тема 8. Создание пользовательских функций

практическое занятие (4 часа(ов)):

Изучение возможностей "обычного" программирования. Использование циклов, условных операторов, пользовательских функций (процедур).

Тема 9. Решение систем уравнений и неравенств графическим способом. Трехмерная графика. Работа с векторными данными и методами

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расширение знаний о графических возможностях языка. Управление количеством и оформлением графических окон. Трехмерная графика. Вывод графических данных в графические файлы разных типов (`jpg`, `png`, `gif`, `pdf` ...)

Тема 10. Подключение внешних библиотек. Библиотека проверки нормальности

практическое занятие (4 часа(ов)):

В языке R существует огромное число внешних библиотек и число их постоянно растет. Подключение библиотеки начинается со скачивания ее с сайта с последующей активизацией. Библиотека тестов на нормальность "nortest". После ее загрузки предлагается проделать проверку нормальности различными способами с выводом результатов и их сравнением. Библиотека специальной графики `ggl`

Тема 11. Библиотека дисперсионного анализа

практическое занятие (2 часа(ов)):

Представление о линейных моделях. Объект типа `lm`. Построение уравнения линейной регрессии. Дисперсионный анализ. Визуализация результатов. Метод главных компонент.

Тема 12. Решение контрольных задач

практическое занятие (6 часа(ов)):

Самостоятельное программирование простых задач ввода, обработки и вывода данных

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Знакомство с концепцией языка R. Установка на	7	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Ввод данных с клавиатуры, с помощью таблицы, из файла. Организация обращения к элементам данных	7	2-3	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Типы данных языка R. Объекты. Ввод данных из разных источников. Вывод результатов расчета в файл. Сохранение и вызов программного кода	7	4-5	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Защита рефератов по основам языка R	7	6-7	подготовка к реферату	10	реферат
5.	Тема 5. Простейшая графика (гистограммы, графики, точечные образы), вывод на экран и в файлы	7	7-8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Вычисление основных характеристик выборки. Вычисление результирующих величин для таблицы (по строкам и столбцам). Группа функций apply	7	9-10	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
7.	Тема 7. Задача: построить выборку из случайной величины, равной сумме n равномерных величин. Проверить гипотезу нормальности этой величины (принцип больших чисел)	7	11-12	подготовка к творческому заданию	6	творческое задание
8.	Тема 8. Создание пользовательских функций	7	12-13	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Решение систем уравнений и неравенств графическим способом. Трехмерная графика. Работа с векторными данными и методами	7	14	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
10.	Тема 10. Подключение внешних библиотек. Библиотека проверки нормальности	7	15-16	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
11.	Тема 11. Библиотека дисперсионного анализа	7	16	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
12.	Тема 12. Решение контрольных задач	7	17-18	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме практических занятий в компьютерном классе.

На практическом занятии:

- преподавателем ставится задача, либо по самому языку, либо по его возможным приложениям;
- студенты ищут решение задачи с помощью справочных материалов языка или с помощью сведений из интернета;
- крупная задача, подводящая итог раздела, предлагается для самостоятельного решения вне аудиторного занятия;
- происходит защита решенного задания перед преподавателем;
- преподаватель проверяет решение, указывает на ошибки и при необходимости предлагает свое решение;
- некоторые из решенных задач обсуждаются совместно группой студентов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Знакомство с концепцией языка R. Установка на

устный опрос , примерные вопросы:

К какому типу относится язык R? Что такое векторный подход, векторизация Каковы достоинства и недостатки языка R?

Тема 2. Ввод данных с клавиатуры, с помощью таблицы, из файла. Организация обращения к элементам данных

устный опрос , примерные вопросы:

Простейшие форму объектов. Обращение к элементам объектов и заполнение их данными
Различие операторов [, [[, \$ Использование логических значений в качестве индексов

Тема 3. Типы данных языка R. Объекты. Ввод данных из разных источников. Вывод результатов расчета в файл. Сохранение и вызов программного кода

домашнее задание , примерные вопросы:

Создать свой файл данных для последующей обработки. Чем отличаются объекты "вектор" и "матрица"? "вектор" и "фактор"? " матрица" и "таблица"? Как их преобразовать их друг в друга? Что такое объект "список"? Какие примеры списков вы знаете?

Тема 4. Защита рефератов по основам языка R

реферат , примерные темы:

1 Вывод графической информации (графиков, гистограмм). Команды plot, lines, points и т.п. 2 Вывод данных на экран и в файлы. Команды print, write и т.п. Управление расположением данных в файле, кавычками и др. 3 Вывод графической информации в файл. Команды png, jpeg, и т.п. Переключение канала вывода (device). Организация страницы вывода 4 Тип данных "дата". Функции от дат. 5 Обработка персональных данных (объекты класса person). Список авторов. 6 Действия с матрицами (как с алгебраическими объектами). 7 Обработка пропущенных данных. 8 Упорядочение векторов и таблиц.

Тема 5. Простейшая графика (гистограммы, графики, точечные образы), вывод на экран и в файлы

устный опрос , примерные вопросы:

Как организован вывод графики на экран? Чем отличаются команды plot и lines, points,...
Применение команды plot к данным разных типов

Тема 6. Вычисление основных характеристик выборки. Вычисление результирующих величин для таблицы (по строкам и столбцам). Группа функций apply

контрольная работа , примерные вопросы:

Повторение материалов мат. статистики: выборка, параметры выборки, оценка параметров, доверительные интервалы

Тема 7. Задача: построить выборку из случайной величины, равной сумме n равномерных величин. Проверить гипотезу нормальности этой величины (принцип больших чисел)

творческое задание , примерные вопросы:

Повторение материалов теории вероятностей: закон больших чисел, центральная предельная теорема. Повторение материалов мат. статистики: нормальное распределение, проверка гипотезы нормальности

Тема 8. Создание пользовательских функций

домашнее задание , примерные вопросы:

Обработать ранее созданные скрипты, стандартизовать их. Выделить основные группы команд и преобразовать их в пользовательские функции (подпрограммы). Создать результирующую программу с запросом ввода, вывода и с применением полученных функций

Тема 9. Решение систем уравнений и неравенств графическим способом. Трехмерная графика. Работа с векторными данными и методами

устный опрос , примерные вопросы:

Какие графические команды вы знаете? (plot, lines, и т.п., hist, boxplot) Как отобразить трехмерный график?

Тема 10. Подключение внешних библиотек. Библиотека проверки нормальности

устный опрос , примерные вопросы:

Оператор подключения библиотеки install.packages() Оператор активизации библиотеки library() Какие тесты на нормальность реализованы в библиотеке nortest?

Тема 11. Библиотека дисперсионного анализа

домашнее задание , примерные вопросы:

Оператор lm и объект (список) типа lm. Построение линейной регрессии Формулы моделей и знак ~ Метод ANOVA

Тема 12. Решение контрольных задач

контрольная работа , примерные вопросы:

Создать таблицу с 3-4 колонками в редакторе Excel. Сохранить данные в формате csv. Написать простейший скрипт, позволяющий ввести данные из файла и сделать их обработку: первичную (оценка параметров), а также проверку гипотезы о взаимосвязанности столбцов. Результаты вывести в текстовый файл. Построить боксплоты и гистограммы, вывести в графические файлы с вычисляемыми именами.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерные контрольные вопросы для зачета

1. Какой объект для представления данных является основным в R? Чем от него отличаются остальные объекты?
2. Какие основные возможности для графического представления данных существуют в языке R?
3. Что такое векторные вычисления? Как заменить ими классические циклы?
4. Как происходит ввод и вывод различных объектов: исходных данных, результатов вычислений, графики, программных скриптов?
5. Какие типы случайных величин реализованы в языке R? Какие действия с ними можно производить?
6. Что такое метод apply и связанные с ним методы? Для чего они применяются?
7. Что такое библиотека? Как ее найти и подключить?

Задания для контрольной работы по статистическому языку R

- 1) Изучите список встроенных наборов данных командой `data()`. Определите структуру и тип данных объекта `cars`. Постройте график этой таблицы. Найдите уравнения регрессии и постройте их на том же графике.
- 2) Изучите список встроенных наборов данных командой `data()`. Определите структуру и тип данных объекта `ChickWeight`. Постройте график по двум первым столбцам так, чтобы цвет точек соответствовал значению в четвертом столбце. В качестве значка выберите звездочку.
- 3) Создайте две случайные величины (распределенные нормально и логнормально). Постройте их гистограммы на одном рисунке.
- 4) Исследуйте встроенный объект `ChickWeight`. Постройте средние значения для первых двух столбцов отдельно для каждого типа диеты одной командой. Сравните действие команд `tapply()` и `by()`. При необходимости преобразуйте тип данных (например, в `data.frame`).
- 5) Создайте в текстовом файле таблицу с пропущенными данными. Запрограммируйте замену пропущенных данных на среднее остальных данных по столбцам.
- 6) Постройте две выборки с помощью датчика равномерно распределенных чисел с разными параметрами. Проверьте гипотезу о сходстве их распределений с помощью критерия Вилкоксона (используйте автоматизированный тест).
- 7) Выберите какой-нибудь набор встроенных данных, содержащий как численные значения, так и пометки (тип данных "фактор"). Проведите исследование зависимости распределения численной величины от значения фактора: а) по критерию Фишера б) по критерию Вилкоксона. Сравните результаты.

Формы самостоятельной работы:

- 1) Студент готовит рефераты по предложенным темам.
- 2) Практические задания, не решенные в аудитории, решаются самостоятельно.
- 3) Все выполненные задания подготавливаются к защите перед преподавателем.

Темы практических заданий

- 1) Создание выборки из случайной величины. Нахождение ее основных характеристик.
- 2) Ввод данных из файла. Объект "таблица". Вычисление итоговых значений по строкам и столбцам.
- 3) Графическое представление данных. Гистограммы.
- 4) Проверка гипотезы больших чисел.

- 5) Решение систем неравенств графическим способом.
 - 6) Проверка нормальности выборки различными способами при помощи библиотеки "nortest"
- Темы рефератов:
- 1) Основные понятия и структуры языка R.
 - 2) Библиотеки языка. Автоматизированное решение статистических задач.

7.1. Основная литература:

1. Боровков А.А. Математическая статистика. - СПб.: Лань, 2010. - 704 с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3810
2. Плохотников К.Э. Метод и искусство математического моделирования. - М.: ФЛИНТА, 2012. - 520 с.
ЭБС "Знаниум": <http://znanium.com/bookread.php?book=456334>
3. Алон Н., Спенсер Дж. Вероятностный метод. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 320 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/8716/>
4. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 472 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/56887/>
5. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей. - СПб.: Лань, 2012. - 480 с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3184

7.2. Дополнительная литература:

1. Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. - СПб.: Лань, 2011. - 256с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2026
2. Сулейманов Р.Р. Компьютерное моделирование математических задач. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 381 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/4421/>
3. Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я. Математические основы теории риска. - М.: Физматлит, 2011. - 620 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/2742/>
4. Партыка Т.Л., Попов И.И. Математические методы. - М.: ИНФРА-М, 2007. - 464 с.
ЭБС "Знаниум": <http://znanium.com/bookread.php?book=137102>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Д.Мертц, Б.Хантинг. Статистическое программирование на R. Часть 1. Купаемся в изобилии статистических возможностей. - <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-r1/index.html>
- Д.Мертц, Б.Хантинг. Статистическое программирование на R. Часть 2. Функциональное программирование и анализ данных. - <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-r3/index.html>.
- Д.Мертц, Б.Хантинг. Статистическое программирование на R. Часть 3. Повторное использование кода и объектное программирование. - <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-r3/index.html>.
- Зеркало для скачивания обновлений - CRAN <http://cran.r-project.org/>
- Поиск в материалах по R - R <http://finzi.psych.upenn.edu/nmz.html>

1. Сайт проекта - <http://www.r-project.org/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Программирование на языке R" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Теория вероятностей и математическая статистика .

Автор(ы):

Григорьева И.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.