

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. Талорский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Программирование на языке R БЗ.ДВ.6

Направление подготовки: 010400.62 - 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):

Симушкин С.В.

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 949915

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 " Б3.ДВ.6 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.62 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		0	2	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. Типы данных и объектов. Организация обращения к элементам данных. Заполнение полей объектов Преобразование типа объектов	7		0	4	0	устный опрос
3.	Тема 3. Сценарии (скрипты) языка. Их создание и вызов. Ввод данных из текстовых и Excel-совместимых файлов. Операторы вывода данных на экран и в файлы.	7		0	4	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Защита рефератов по основам языка R	7		0	4	0	реферат
5.	Тема 5. Простейшая графика (гистограммы, графики, точечные образы), вывод на экран и в файлы	7		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		0	6	0	устный опрос
7.	Тема 7. Моделирование выборок и проверка их свойств (закон больших чисел, ЦПТ). Визуализация результатов.	7		0	4	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Проверка гипотез. Создание пользовательских функций	7		0	4	0	контрольная работа
9.	Тема 9. Подключение внешних библиотек. Библиотека проверки нормальности	7		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	
10.	Тема 10. Линейные модели и дисперсионный анализ	7		0	6	0	устный опрос
11.	Тема 11. Кластерный анализ. Визуализация результатов с помощью метода главных компонент	7		0	6	0	домашнее задание
12.	Тема 12. Решение контрольных задач	7		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 (2 часа(ов)):

История возникновения статистического языка R, его достоинства и недостатки, общая концепция (открытый совместно редактируемый язык с технологией командной строки и ООП). Основной тип объектов в R- вектор. Векторная технология позволяет практически избавиться от циклов и операторов сравнения.

Тема 2. Типы данных и объектов. Организация обращения к элементам данных. Заполнение полей объектов Преобразование типа объектов практическое занятие (4 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. 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. Сценарии (скрипты) языка. Их создание и вызов. Ввод данных из текстовых и Excel-совместимых файлов. Операторы вывода данных на экран и в файлы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Ввод данных языка R с клавиатуры и из файлов: текстовые файлы, Excel-подобные таблицы с расширением .csv. Набор команд языка R - сценарий (скрипт). Редактируется как текстовый файл. Вызывается специальной командой или с консоли (из меню) 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 (4 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. Моделирование выборок и проверка их свойств (закон больших чисел, ЦПТ). Визуализация результатов.

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. Ввод параметров пользователем. Визуализация результатов

Тема 8. Проверка гипотез. Создание пользовательских функций

практическое занятие (4 часа(ов)):

Набор команд вида `*.test` для проверки гипотез. Результат работы команды - список. Стандартный вывод (значение статистики, `p-value`). Организация пользовательского вывода. Изучение возможностей "обычного" программирования. Использование циклов, условных операторов, пользовательских функций (процедур).

Тема 9. 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 `rgl`

Тема 10. Линейные модели и дисперсионный анализ

практическое занятие (6 часа(ов)):

Представление о линейных моделях. Объект типа `lm`. Построение уравнения линейной регрессии. Дисперсионный анализ.

Тема 11. Кластерный анализ. Визуализация результатов с помощью метода главных компонент

практическое занятие (6 часа(ов)):

Задача кластеризации: разбиение множества объектов на группы. Построение матрицы расстояний (объект `dist`). Метод `k-means` Иерархическая кластеризация. 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)

N	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		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Типы данных и объектов. Организация обращения к элементам данных. Заполнение полей объектов Преобразование типа объектов	7		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Сценарии (скрипты) языка. Их создание и вызов. Ввод данных из текстовых и Excel-совместимых файлов. Операторы вывода данных на экран и в файлы.	7		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Защита рефератов по основам языка R	7		подготовка к реферату	10	реферат
5.	Тема 5. Простейшая графика (гистограммы, графики, точечные образы), вывод на экран и в файлы	7		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		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
7.	Тема 7. Моделирование выборок и проверка их свойств (закон больших чисел, ЦПТ). Визуализация результатов.	7		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
8.	Тема 8. Проверка гипотез. Создание пользовательских функций	7		подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Подключение внешних библиотек. Библиотека проверки нормальности	7		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
10.	Тема 10. Линейные модели и дисперсионный анализ	7		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
11.	Тема 11. Кластерный анализ. Визуализация результатов с помощью метода главных компонент	7		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
12.	Тема 12. Решение контрольных задач	7		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. Типы данных и объектов. Организация обращения к элементам данных. Заполнение полей объектов Преобразование типа объектов

устный опрос , примерные вопросы:

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

Тема 3. Сценарии (скрипты) языка. Их создание и вызов. Ввод данных из текстовых и Excel-совместимых файлов. Операторы вывода данных на экран и в файлы.

домашнее задание , примерные вопросы:

На основе истории команд создать скрипты, снабдить их комментариями. Создать текстовый или табличный (csv) файл, организовать ввод данных из него. Модифицировать данные и вывести их в новый файл.

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:

Чем отличается команда plot() от других графических команд? Что такое hist(), можно ли ее считать графической командой? Как нарисовать в одном окне несколько графиков? Как организовать вывод данных в виде символов, цветных точек и т.п. Как организовать вывод графических данных в файл?

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

устный опрос , примерные вопросы:

Как создается выборка из некоторого распределения? Выборка из вектора? Что такое команда summary, к каким объектам ее можно применять? Как подсчитать параметры выборки? Доверительные интервалы?

Тема 7. Моделирование выборок и проверка их свойств (закон больших чисел, ЦПТ). Визуализация результатов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Повторить материалы курса мат. статистики: закон больших чисел, центральная предельная теорема. Повторить раздел "графика в R"

Тема 8. Проверка гипотез. Создание пользовательских функций

контрольная работа , примерные вопросы:

Повторить материалы курса мат. статистики: проверка гипотез. Что такое p-value? Выяснить действие команд типа <>.test. Создать сценарий проверки гипотезы, оформить его в виде пользовательской функции.

Тема 9. Подключение внешних библиотек. Библиотека проверки нормальности

устный опрос , примерные вопросы:

Что такое нормальное распределение? Какие существуют методы проверки нормальности распределения? Что делает команда packages.install()? Команда library()?

Тема 10. Линейные модели и дисперсионный анализ

устный опрос , примерные вопросы:

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

Тема 11. Кластерный анализ. Визуализация результатов с помощью метода главных компонент

домашнее задание , примерные вопросы:

Повторить/изучить постановку задачи кластеризации. Что такое метод k-means? Как организована иерархическая кластеризация? Что такое метод главных компонент?

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. Статистика : учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 061700 "Статистика" / [И.И. Елисеева, И.И. Егорова, С.В. Курышева и др.]; под ред. д.экон.н., проф. И.И. Елисеевой .? Москва : Проспект : ТК Велби, 2006 .? 443, [1]с.

2. Володин, Игорь Николаевич.

Лекции по теории вероятностей и математической статистике : для студентов вузов, обучающихся по спец. 010200 "Приклад. математика и информатика" и по направлению 510200 "Приклад. математика и информатика" / И. Н. Володин ; Казанский государственный университет .? Казань : Казанский государственный университет, 2006 .? 272 с.

3. Наглядная статистика. Используем R! / А. Б. Шипунов, Е. М. Балдин, П. А. Волкова [и др.] .? Москва : ДМК Пресс, 2012 .? 296, [1] с.

4. Кобзарь, Александр Иванович (1941-) .

Прикладная математическая статистика : для инженеров и науч. работников / А.И. Кобзарь .? Москва : Физматлит, 2006 .? 813 с.

5. Хафизьянова, Рофия Хафизьяновна. Математическая статистика в экспериментальной и клинической фармакологии / Р.Х. Хафизьянова, И.М. Бурькин, Г.Н. Алеева .? Казань : Медицина, 2006 .? 373 с.

6. 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. Свешников А.А. Прикладные методы теории марковских процессов.- СПб.: Лань, 2007. - 192 с. ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=590

8. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций.- СПб.: Лань, 2011. - 464с ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=656

7.2. Дополнительная литература:

1. Англо-русский энциклопедический словарь по современной электронной технике и программированию, Мостицкий, Игорь Леонтьевич, 2004г.

2. Практикум на ЭВМ, Кугураков, Владимир Сергеевич; Самитов, Ренат Касимович; Кугураков, Владимир Сергеевич, 2006г.

3. Объектно-ориентированное программирование в Delphi, Цирулева, Валентина Михайловна; Цирулев, Андрей Александрович, 2007г.

4. Задачи по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию с решениями, Шапкин, Александр Сергеевич, 2006г.

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>

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 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Теория вероятностей и математическая статистика .

Автор(ы):

Григорьева И.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Симушкин С.В. _____

"__" _____ 201__ г.