

УДК 004.73:004.438R  
ББК 32.971.35  
Л94

Л94 Люк Д. А.  
Анализ сетей (графов) в среде R. Руководство пользователя / пер. с англ. А. В. Груздева. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 250 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-428-1

Данная книга представляет собой практическое руководство по решению основных задач, связанных с анализом сетей, включая управление сетевыми данными, визуализацию сетей, их описание и моделирование. Все примеры, используемые в книге, сопровождаются программным кодом на языке R.

Издание служит отличным справочным ресурсом для изучения науки о сетях.

УДК 004.73:004.438R  
ББК 32.971.35

Translation from the English language edition:  
A User's Guide to Network Analysis in R  
by Douglas A. Luke

Copyright © Springer International Publishing Switzerland 2015

This Springer imprint is published by Springer Nature

The registered company is Springer International Publishing AG

All Rights Reserved

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-3-319-23882-1 Copyright © Springer International Publishing Switzerland, 2015  
ISBN 978-5-97060-428-1 © Перевод, издание, оформление, ДМК Пресс, 2017

# Содержание

<b>Предисловие</b> .....	9
<b>Глава 1. Введение в анализ сетей в R</b> .....	11
1.1. Что такое сети? .....	12
1.2. Что такое анализ сетей? .....	14
1.3. Пять серьезных причин проводить анализ сетей в R .....	15
1.3.1. Широта возможностей R .....	15
1.3.2. Свободно распространяемая и открытая природа R .....	16
1.3.3. Возможности работы с данными и проектами в R .....	16
1.3.4. Широкий выбор пакетов для анализа сетей в R .....	17
1.3.5. Возможности моделирования сетей в R .....	17
1.4. Область применения книги и ресурсы .....	17
1.4.1. Область применения .....	17
1.4.2. «Дорожная карта» книги .....	18
1.4.3. Ресурсы .....	19
<b>Часть I. ОСНОВЫ АНАЛИЗА СЕТЕЙ</b> .....	20
<b>Глава 2. «Пятичисловая сводка» для анализа сетей</b> .....	21
2.1. Анализ в R: с чего начать .....	22
2.2. Подготовка .....	22
2.3. Простая визуализация .....	23
2.4. Базовое описание .....	23
2.4.1. Размер .....	23
2.4.2. Плотность .....	25
2.4.3. Компоненты .....	26
2.4.4. Диаметр .....	26
2.5. Коэффициент кластеризации .....	27
<b>Глава 3. Управление сетевыми данными в R</b> .....	28
3.1. Основные понятия сетевых данных .....	29
3.1.1. Структуры сетевых данных .....	29
3.1.2. Информация, хранимая в объектах-сетях .....	32
3.2. Создание объектов-сетей и работа с ними в R .....	32
3.2.1. Создание объекта-сети в statnet .....	33
3.2.2. Работа с атрибутами узлов и связей .....	36
3.2.3. Создание объекта-сети в igraph .....	39
3.2.4. Переключение между statnet и igraph .....	41
3.3. Импорт сетевых данных .....	41
3.4. Общераспространенные задачи при работе с сетевыми данными .....	43
3.4.1. Фильтрация сетевых данных на основе значений атрибутов вершин или ребер .....	43
3.4.2. Преобразование направленной сети в ненаправленную .....	50
<b>Часть II. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ</b> .....	53
<b>Глава 4. Графическое представление и укладка сети</b> .....	54
4.1. Проблема визуализации сети .....	55
4.2. Эстетический вид укладок сетей .....	57
4.3. Основные алгоритмы и методы графического представления .....	59

4.3.1. Более точная настройка укладки сети.....	60
4.3.2. Укладки сетей, построенные с помощью igraph.....	62
<b>Глава 5. Эффективный графический дизайн сетей</b> .....	64
5.1. Основные принципы.....	65
5.2. Элементы дизайна.....	65
5.2.1. Цвет узла.....	66
5.2.2. Форма узла.....	71
5.2.3. Размер узла.....	72
5.2.4. Метка узла.....	77
5.2.5. Ширина ребра.....	78
5.2.6. Цвет ребра.....	79
5.2.7. Тип ребра.....	80
5.2.8. Легенды.....	81
<b>Глава 6. Сложные графики сетей</b> .....	83
6.1. Интерактивные графики сетей.....	84
6.1.1. Простые интерактивные сети в igraph.....	84
6.1.2. Публикация интерактивных веб-диаграмм сетей.....	85
6.1.3. Statnet Web: интерактивный statnet с помощью shiny.....	87
6.2. Специализированные диаграммы сетей.....	88
6.2.1. Дуговые диаграммы.....	88
6.2.2. Хордовые диаграммы.....	90
6.2.3. Теплокарты для сетевых данных.....	93
6.3. Создание диаграмм сетей с помощью других пакетов R.....	95
6.3.1. Построение диаграмм сетей с помощью ggplot2.....	95
<b>Часть III. ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ</b> .....	99
<b>Глава 7. Важность актора</b> .....	100
7.1. Введение.....	101
7.2. Центральность – показатель важности для ненаправленных сетей.....	101
7.2.1. Три популярные меры центральности.....	103
7.2.2. Меры центральности в R.....	105
7.2.3. Централизация: вычисление индексов центральности для сети в целом.....	106
7.2.4. Создание отчетов по центральности.....	107
7.3. Точки сочленения и мосты.....	111
<b>Глава 8. Подгруппы</b> .....	114
8.1. Введение.....	115
8.2. Социальная сплоченность.....	116
8.2.1. Клики.....	116
8.2.2. k-ядра.....	120
8.3. Обнаружение сообществ.....	123
8.3.1. Модулярность.....	125
8.3.2. Алгоритмы обнаружения сообществ.....	127
<b>Глава 9. Сети аффилированности</b> .....	134
9.1. Определение сетей аффилированности.....	135
9.1.1. Аффилированность в виде бимодальных сетей.....	135
9.1.2. Двудольные графы (биграфы).....	136
9.2. Основы сетей аффилированности.....	137
9.2.1. Создание сетей аффилированности из матриц инцидентности.....	137
9.2.2. Создание сетей аффилированности из списков ребер.....	138

9.2.3. Графическое представление сетей аффилированности .....	140
9.2.4. Проекции .....	140
9.3. Пример: актеры Голливуда как пример сети аффилированности.....	143
9.3.1. Анализ полной сети аффилированности актеров Голливуда.....	143
9.3.2. Анализ проекций актеров и фильмов.....	149
<b>Часть IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ .....</b>	<b>155</b>
<b>Глава 10. Модели случайных сетей .....</b>	<b>156</b>
10.1. Предназначение моделей сетей .....	157
10.2. Модели формирования и структуры сети.....	158
10.2.1. Модель случайного графа Эрдеша–Реньи .....	158
10.2.2. Модель малого мира .....	162
10.2.3. Свободно масштабируемые модели.....	165
10.3. Сравнение моделей случайных графов с наблюдаемыми сетями .....	170
<b>Глава 11. Статистические модели сетей .....</b>	<b>173</b>
11.1. Введение.....	174
11.2. Построение экспоненциальных моделей случайных графов .....	177
11.2.1. Построение нулевой модели .....	179
11.2.2. Включение предикторов узлов .....	181
11.2.3. Включение предикторов диад .....	183
11.2.4. Включение предикторов ребер.....	187
11.2.5. Включение предикторов локальных структур (зависимых диадных связей) ....	189
11.3. Анализ экспоненциальных моделей случайных графов.....	191
11.3.1. Интерпретация модели .....	191
11.3.2. Подгонка модели.....	192
11.3.3. Диагностика модели .....	195
11.3.4. Имитационное моделирование сетей на основе оцененной модели.....	195
<b>Глава 12. Модели динамических сетей .....</b>	<b>199</b>
12.1. Введение.....	200
12.1.1. Динамические сети .....	200
12.1.2. RSiena .....	202
12.2. Подготовка данных .....	203
12.3. Спецификация и оценивание модели .....	210
12.3.1. Спецификация модели .....	210
12.3.2. Оценивание модели .....	214
12.4. Анализ модели .....	215
12.4.1. Интерпретация модели .....	215
12.4.2. Качество подгонки .....	220
12.4.3. Имитационное моделирование .....	224
<b>Глава 13. Имитационные модели .....</b>	<b>228</b>
13.1. Имитационные модели сетевой динамики.....	229
13.1.1. Имитационное моделирование социальной селекции .....	229
13.1.2. Имитационное моделирование социального влияния .....	240
<b>Библиография.....</b>	<b>247</b>