

*Моей семье и друзьям посвящается...*

# Содержание

<b>От издательства</b> .....	9
<b>Об авторе</b> .....	10
<b>О техническом редакторе</b> .....	11
<b>О переводчике</b> .....	12
<b>Глава 1. Excel и датамайнинг</b> .....	13
К чему нам этот Excel? .....	13
Зачем понадобилось второе издание книги? .....	17
Краткий ликбез по Excel .....	19
Формула .....	19
Автозаполнение, или копия .....	19
Абсолютные ссылки .....	21
Специальная вставка и вставка значений .....	23
Функции из семейства ЕСЛИ .....	25
Упражнения .....	31
Рассмотренные темы .....	37
<b>Глава 2. Линейная регрессия</b> .....	38
Введение .....	38
Линейная регрессия с помощью Excel .....	42
Множественная линейная регрессия в Excel .....	44
Упражнения .....	49
Рассмотренные темы .....	50
<b>Глава 3. Кластеризация методом k-средних</b> .....	51
Введение .....	51
Кластеризация методом k-средних с помощью Excel .....	52
Упражнения .....	63
Рассмотренные темы .....	64
<b>Глава 4. Линейный дискриминантный анализ</b> .....	65
Введение .....	65
Поиск решения .....	67
Линейный дискриминантный анализ с помощью Excel .....	70
Упражнения .....	80
Рассмотренные темы .....	81

<b>Глава 5. Кросс-валидация и ROC-кривая</b> .....	82
Введение в кросс-валидацию.....	82
Кросс-валидация с помощью Excel.....	83
Введение в анализ с применением ROC-кривых.....	87
Анализ с применением ROC-кривых с помощью Excel.....	89
Упражнения.....	94
Рассмотренные темы.....	95
<b>Глава 6. Логистическая регрессия</b> .....	96
Введение в логистическую регрессию.....	96
Логистическая регрессия с помощью Excel.....	98
Способ с максимизацией правдоподобия.....	99
Способ с минимизацией логарифмических потерь.....	105
Упражнения.....	108
Рассмотренные темы.....	110
<b>Глава 7. Метод k-ближайших соседей</b> .....	111
Введение в метод k-ближайших соседей.....	111
Метод k-ближайших соседей с помощью Excel.....	112
Эксперимент 1.....	113
Эксперимент 2.....	116
Эксперимент 3.....	120
Эксперимент 4.....	124
Упражнения.....	126
Рассмотренные темы.....	127
<b>Глава 8. Иерархическая кластеризация и древовидная диаграмма</b> .....	128
Введение в иерархическую кластеризацию.....	128
Строим древовидную диаграмму в Excel без дополнительных надстроек.....	130
Иерархическая кластеризация с помощью Excel.....	135
Упражнения.....	145
Рассмотренные темы.....	146
<b>Глава 9. Наивный байесовский классификатор</b> .....	147
Введение в наивный байесовский классификатор.....	147
Наивный байесовский классификатор с помощью Excel.....	151
Пример 1.....	151
Пример 2.....	155
Упражнения.....	161
Рассмотренные темы.....	162
<b>Глава 10. Деревья решений</b> .....	163
Деревья решений с помощью Excel.....	167

Строим дерево решений в Excel .....	168
Лучший подход.....	177
Применение модели.....	180
Упражнения .....	182
Рассмотренные темы.....	183

## **Глава 11. Разведочный анализ, очистка данных и отбор признаков.....**

Разведочный анализ с помощью Excel .....	184
Очистка данных с помощью Excel.....	192
Отбор признаков.....	195
Нормализация и стандартизация .....	196
Корреляция .....	199
Отбор признаков с помощью Excel.....	200
Упражнения .....	203
Рассмотренные темы.....	208

## **Глава 12. Ассоциативный анализ .....**

Введение в ассоциативный анализ .....	209
Ассоциативный анализ с помощью Excel.....	212
Упражнения .....	218
Рассмотренные темы.....	219

## **Глава 13. Нейронные сети.....**

Введение в нейронные сети .....	220
Нейронные сети с помощью Excel.....	222
Пример 1 .....	222
Пример 2 .....	231
Упражнения .....	240
Рассмотренные темы.....	242

## **Глава 14. Интеллектуальный анализ текста.....**

Введение в интеллектуальный анализ текста .....	243
Интеллектуальный анализ текста с помощью Excel.....	245
Векторное представление слов и ChatGPT.....	259
Упражнения .....	261
Рассмотренные темы.....	262

## **Глава 15. Жизнь после Excel.....**

Предметный указатель.....	266
---------------------------	-----

# От издательства

## ***Отзывы и пожелания***

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Отзывы важны для нас, чтобы выпускать книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв на нашем сайте [www.dmkpress.com](http://www.dmkpress.com), зайдя на страницу книги и оставив комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com); при этом укажите название книги в теме письма.

Если вы являетесь экспертом в какой-либо области и заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте по адресу [http://dmkpress.com/authors/publish\\_book/](http://dmkpress.com/authors/publish_book/) или напишите в издательство по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com).

## ***Список опечаток***

Хотя мы приняли все возможные меры для того, чтобы обеспечить высокое качество наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг, мы будем очень благодарны, если вы сообщите о ней главному редактору по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com). Сделав это, вы избавите других читателей от недопонимания и поможете нам улучшить последующие издания этой книги.

## ***Нарушение авторских прав***

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательство «ДМК Пресс» очень серьезно относится к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь в интернете с незаконной публикацией какой-либо из наших книг, пожалуйста, пришлите нам ссылку на интернет-ресурс, чтобы мы могли применить санкции.

Ссылку на подозрительные материалы можно прислать по адресу электронной почты [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com).

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, благодаря которой мы можем предоставлять вам качественные материалы.

# Об авторе



**Хун Чжоу** (Hong Zhou) – доктор философии (PhD), профессор в области компьютерных наук и математики, преподаватель компьютерных наук, науки о данных, математики и информатики в Университете Святого Иосифа с более чем 20-летним стажем. В его область интересов входит биоинформатика, датамайнинг, программные агенты и блокчейн. До преподавательской деятельности был разработчиком на Java в Кремниевой долине. Хун Чжоу убежден, что постигать датамайнинг и модели анализа данных лучше всего

на практике, выполняя все действия последовательно, одно за другим, что удобно делать в Excel. Он попробовал использовать Excel в своей практике преподавания датамайнинга и нашел этот подход крайне эффективным как для студентов, так и для педагогов.

# О техническом редакторе



**Адам Гладстоун** (Adam Gladstone) обладает более чем 25-летним опытом разработки программного обеспечения, по большей части на C++ и C#. Основную часть профессиональной карьеры посвятил банковской и финансовой сфере. Последние несколько лет, после получения ученой степени в области математики и статистики, занимается машинным обучением и наукой о данных в целом с применением языков Python и R. Своим любимым занятием называет программирование на C++ и C# и все свободное время посвящает разработке.

# О переводчике



**Александр Гинько**, обладающий богатым опытом работы в сфере ИТ и более десяти лет посвятивший переводам книг и статей на самые разные темы, в последние годы специализируется на переводе книг в области бизнес-аналитики и программирования для издательства «ДМК Пресс» по направлениям Python, SQL, Power BI, DAX, Excel, Power Query, Tableau, R... На данный момент в активе Александра уже порядка 25 книг, включая одну авторскую, и он продолжает плодотворно работать над переводом новых книг.

Возможно, вам также будут интересны книги «Введение в статистическое обучение с примерами на Python» (<https://dmkpress.com/catalog/computer/statistics/978-5-93700-217-4>) и «Сводные таблицы в Microsoft Excel 2021 и Microsoft 365» (<https://dmkpress.com/catalog/computer/data/978-5-93700-127-6>) в переводе Александра.

Помимо перевода книг, Александр ведет свой канал в Telegram ([https://t.me/alexanderginko\\_books](https://t.me/alexanderginko_books)), на котором вы можете из первых уст получить ответы на все интересующие вас вопросы об уже переведенных книгах, находящихся в работе и запланированных на будущее. Также на канале можно найти промокоды на все книги Александра для покупки книг на сайте издательства «ДМК Пресс» с большими скидками. Купить книги Александра и следить за переводом новых книг в режиме реального времени можно и с помощью его бота в Telegram по адресу [https://t.me/alexanderginko\\_books\\_bot](https://t.me/alexanderginko_books_bot).

# Глава 1

## Excel и датамайнинг

Давайте сразу перейдем к делу! Зачем нам вообще нужен Excel, если мы собираемся изучать датамайнинг? Все мы знаем, что существуют очень полезные и эффективные инструменты вроде RapidMiner, делающие процесс сбора и интеллектуального анализа данных (собственно, это и есть датамайнинг) невероятно простым и легким для понимания. Кроме того, есть множество пакетов и библиотек для языков программирования Python и R, облегчающих работу с методами машинного обучения. Тогда к чему нам этот Excel, если наша главная цель состоит в освоении методов датамайнинга и машинного обучения?..

### К чему нам этот Excel?

Если вы обладаете большими знаниями и опытом в области датамайнинга, вероятно, вам Excel действительно ни к чему, и вы, возможно, взяли в руки эту книгу по ошибке или нелепой случайности. Но если вы только знакомитесь с датамайнингом, или если вы лучше усваиваете материал визуально, или хотите разобрать по косточкам математические концепции, лежащие в основе популярных методов и техник датамайнинга, да даже если вы преподаете эти дисциплины и не знаете, как лучше построить свой курс, эта книга для вас! Более того, я бы порекомендовал ее в качестве первой книги, которую вы прочитаете перед погружением в методы машинного обучения.

Excel позволяет вам работать в абсолютно прозрачной манере – это значит, что, когда файл Excel открывается, вы сразу видите все данные и все шаги по их обработке. При этом перед вашими глазами находятся все промежуточные результаты, и вы можете наблюдать за ними непосредственно в процессе применения различных техник анализа данных. Это позволяет получить полное и ясное представление о том, как трансформируются исходные данные и получаются те или иные результаты. Другие программные пакеты и языки обычно скрывают важнейшие аспекты построения модели. Целью большинства проектов, связанных с датамайнингом, является поиск

внутренних шаблонов и зависимостей в данных. В связи с этим от пользователя ожидаемо скрывается детальный процесс получения результата. Но неопитам, визуалам и занудам, пытающимся разобраться во всех подводных течениях датамайнинга, такие тайны ни к чему. Позвольте мне на примере метода *k-ближайших соседей* (*k-nearest neighbors method – KNN*) проиллюстрировать разницу в подходах к обучению между RapidMiner, R и Excel. Но перед этим нам нужно познакомиться с базовыми терминами в области датамайнинга.

Техники датамайнинга подразделяются на *методы обучения с учителем* (*supervised*) и *без учителя* (*unsupervised*). Методы обучения с учителем предполагают наличие *обучающего набора данных* (*training dataset*) для, собственно, обучения прикладных программ или алгоритмов (такие программы и алгоритмы часто именуют *машинами* (*machine*)). Эти алгоритмы обучаются до оптимального состояния, что приводит к образованию так называемой *модели* (*model*). Именно поэтому процесс обучения часто называют моделированием. Методы датамайнинга также можно подразделить на *параметрические* (*parametric*) и *непараметрические* (*nonparametric*). С точки зрения параметрических методов модель представляет собой всего лишь набор параметров, или правил, выявленных в процессе обучения, которые предположительно идеально подходят для работы с обучающим набором. Непараметрические методы не приводят к образованию наборов параметров. Вместо этого они динамически оценивают входящие данные на основе существующего набора данных. На этом этапе приведенные выше определения могут вас только запутать. Но потерпите немного, скоро все встанет на свои места.

Что представляет собой обучающий набор данных? В этом наборе *целевая переменная* (*target variable*), также называемая *меткой* (*label*), *целью* (*target*), *зависимой переменной* (*dependent variable*), *выходной переменной* (*outcome variable*) или *откликом* (*response*), задана или известна заранее. Значение целевой переменной зависит от значений других переменных, называемых *атрибутами* (*attribute*), *предикторами* (*predictors*) или *независимыми переменными* (*independent variable*). На основе значений атрибутов метод обучения с учителем вычисляет, или предсказывает, значение целевой переменной. При этом некоторые из вычисленных значений могут не совпадать с соответствующими им заданными значениями в обучающем наборе. Хорошая модель являет собой оптимальный набор параметров, или правил, способных свести к минимуму возможные ошибки.

Обычно в методах с учителем модель создается для работы с будущими наборами данных, в которых значения целевой переменной неизвестны. Такие наборы данных называют *тестовыми* (*scoring dataset*). При использовании методов без учителя, как мы уже говорили, обучающий набор данных отсутствует, и модель представляет собой алгоритм, который может быть применен непосредственно к тестовым наборам. Метод *k-ближайших соседей* представляет технику обучения с учителем.

Предположим, нам необходимо предсказать, примет ли человек предложение по приобретению кредитной карты на основании его возраста, пола,

уровня дохода и количества кредитных карт в наличии. Целевая переменная в данном случае представляет собой ответ на предложение – да или нет, – тогда как возраст, пол, уровень дохода и количество имеющихся у человека кредитных карт соответствуют атрибутам. В обучающем наборе данных значения всех перечисленных выше переменных, включая целевую, известны (получены из накопленного ранее кредитного опыта). В таком сценарии модель метода k-ближайших соседей будет строиться на основе обучающего набора данных. Полученная в результате модель может впоследствии использоваться для предсказания ответов на кредитное предложение респондентов, информация о которых собрана в тестовом наборе.

В программе *RapidMiner*, представляющей собой один из лучших инструментов для датамайнинга, процесс предсказания выглядит следующим образом: из репозитория извлекаются обучающий и тестовый наборы данных, затем для обучающего набора устанавливается роль, после чего к обучающему набору применяется оператор метода k-ближайших соседей (KNN) для получения модели, и в заключение выполняется объединение, или подключение, модели и тестового набора данных с помощью оператора *Apply Model*, как показано на рис. 1.1. Вот и все! Теперь можно запустить процесс и получить нужный результат. Да, все так просто. Обратите внимание, что в этом базовом примере отсутствует процедура проверки качества модели.

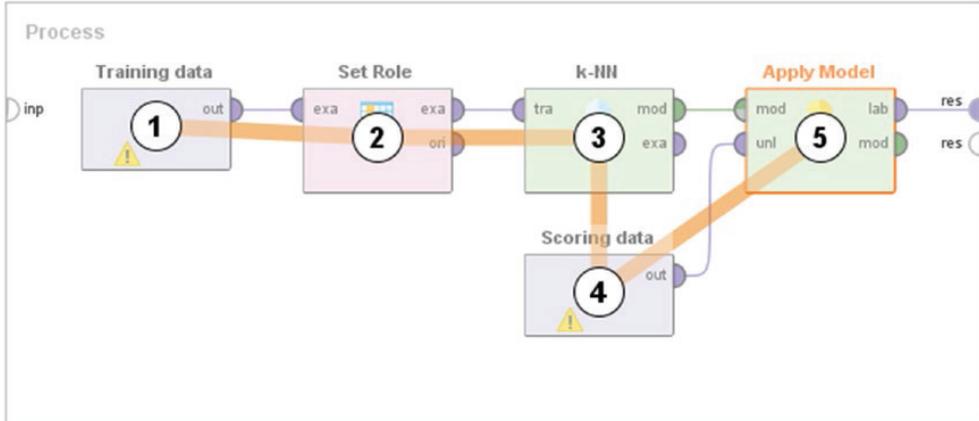


Рис. 1.1 ❖ Реализация метода k-ближайших соседей в RapidMiner

В языке R применение метода k-ближайших соседей также можно выполнить очень просто. После загрузки библиотеки `class` прочитайте обучающий и тестовый наборы данных, воспользуйтесь соответствующей методу k-ближайших соседей функцией и – вуаля! – смотрите, что получилось. Код приведен ниже:

```
# Если у вас не установлен пакет kkn, установите его следующим образом:
# install.packages("kkn")
```

```
# Начинаем с чистого листа
rm(list=ls())
# Метод knn принадлежит библиотеке class. Импортируем библиотеку
library(class)
# Прочитаем обучающий и тестовый наборы данных
trainingData <- read.csv(file.choose(), header = T)
scoringData <- read.csv(file.choose(), header = T)
# Сохраняем целевую переменную из обучающего набора данных
predictionAttribute <- trainingData$response
# Удаляем целевую переменную из обучающего набора данных
trainingData <- subset(trainingData, select = -c(response))
# Используем обучающий набор для предсказания в тестовом наборе
KNNPredictions <- knn(trainingData, scoringData, predictionAttribute, k = 3, l = 0,
                      prob = FALSE, use.all = TRUE)
# Объединяем предсказание с тестовым набором
predictionResults <- data.frame(KNNPredictions, scoringData)
# Взглянем на результаты предсказания
View(predictionResults)
```

Знаний, полученных в результате подобной реализации метода *k*-ближайших соседей в RapidMiner и R, достаточно, чтобы применять его на практике. Но если вы хотите понять, как под капотом работает этот метод, вам явно нужно что-то другое. И Excel как раз предоставляет такую возможность – с его помощью мы можем пройти весь аналитический процесс по шагам и буквально по косточкам разобрать алгоритм работы метода *k*-ближайших соседей и всех остальных техник, применяющихся в датамайнинге и машинном обучении. Хорошее знание подноготной применяемых методов позволит вам более уверенно и эффективно использовать их в своих реальных задачах с применением любых доступных инструментов и языков программирования. В этом случае вы сможете гораздо более адекватно оценить полученные в результате применения того или иного метода данные. И мы убедимся в этом в следующих главах книги.

Разумеется, по своей мощи в отношении интеллектуального анализа данных Excel значительно уступает Python, R и RapidMiner. К тому же Excel позволяет работать только с относительно небольшими наборами данных, да и некоторые методы датамайнинга чересчур сложны для их реализации силами Excel. В то же время в большинстве случаев Excel способен очень понятно визуализировать механизмы, применяющиеся в методах датамайнинга. Кроме того, Excel отлично подходит для подготовки исходных данных.

В наше время по причине распространения специальных инструментов и пакетов в процессе осуществления датамайнинга основное внимание уделяется пониманию поставленной задачи, включая понимание бизнес-требований и самой природы исходной информации, подготовке данных и представлению результатов. А на сам процесс моделирования отводится не более 10 % времени. Процедура подготовки данных для моделирования именуется *инженерией данных* (data engineering). Excel способен помочь с визуальной составляющей инженерии данных при условии, что этих самых данных не так много. Это позволяет обрести большую уверенность в том, что исходные данные подготовлены правильно.

С высоты собственного опыта преподавания я могу с уверенностью сказать, что студенты гораздо лучше проникают в глубины методов датамайнинга при наличии удобных пошаговых сценариев, реализованных в Excel. Применение Excel позволяет сорвать таинственную мантию, в которую зачастую облачены методы датамайнинга и машинного обучения, и обнажить самую суть использующихся в них механизмов.

Вы заметили, что я уже несколько раз упомянул, помимо датамайнинга, *машинное обучение* (machine learning)? Наряду с датамайнингом это еще один громкий термин последних нескольких лет. Что из себя представляет машинное обучение и в чем разница между ним и датамайнингом? А заодно чем отличается *искусственный интеллект* (artificial intelligence – AI) от машинного обучения?

Датамайнинг и машинное обучение характеризуются несколько разными целями. Если машинное обучение занимается вопросами способности компьютеров обучаться на основе данных подобно тому, как это делают люди, то идеи датамайнинга сосредоточены вокруг извлечения глубинных и ценных шаблонов, или знаний, из данных. В то же время в процессе датамайнинга мы используем методы машинного обучения для достижения поставленных целей. Таким образом, при осуществлении датамайнинга и методов машинного обучения методология может быть одной и той же. Как бы то ни было, на этом этапе не стоит делать больших различий между этими терминами, и пока мы будем считать их синонимичными.

То же самое можно сказать и о сравнении искусственного интеллекта с машинным обучением. Искусственный интеллект представляет собой программное обеспечение, имитирующее функции человеческого мозга, тогда как машинное обучение призвано обучать компьютерные алгоритмы на основе данных подражать человеку в области мышления и принятия решений. Поскольку в большинстве инструментов, связанных с искусственным интеллектом, задействуются методы машинного обучения, само машинное обучение часто рассматривается как подмножество искусственного интеллекта, что практически размывает границы между этими областями науки.

## Зачем понадобилось второе издание книги?

Практика является ключевой составляющей любого процесса обучения, особенно когда дело касается обучения технологиям, к которым относятся датамайнинг и Excel. Таким образом, первой причиной появления второго издания книги<sup>1</sup> явилось страстное желание дополнить ее домашними заданиями в конце каждой главы, которые позволят читателям самостоятельно

<sup>1</sup> В оригинале это второе издание книги, первое вышло в 2020 году. – Прим. перев.

практиковаться и развивать приобретенные навыки. Так что уже начиная с первой главы вы сможете проверять качество усвоенного материала, решая несложные задачки в Excel с помощью файлов, содержащихся в сопроводительных материалах к книге. Также к каждому упражнению будет приложен файл с решениями<sup>1</sup>.

Кроме того, по сравнению с первым изданием оригинальная книга претерпела ряд изменений, которые перечислены ниже.

1. Глава 3 «Кластеризация методом k-средних»: с помощью функции Excel ЛИСТ (SHEET) процедуру кластеризации методом k-средних удалось сделать еще более автоматизированной.
2. Глава 6 «Логистическая регрессия»: в связи с частым использованием функций потерь в методах машинного обучения глава была дополнена описанием и применением подобных функций.
3. Глава 9 «Наивный байесовский классификатор»: в этом издании теорема Байеса описана в деталях, как и ее вывод из условных вероятностей. Это позволит читателям глубже проникнуть в математическую подоплеку того, как именно работает наивный классификатор Байеса.
4. Глава 14 «Интеллектуальный анализ текста»: по причине широкого распространения ChatGPT я посчитал необходимым сделать простое и понятное введение в технологию векторизации слов, также называемую *встраиванием текста* (text embedding), активно применяющуюся во всех больших языковых моделях, включая ChatGPT.

Третья причина для написания второго издания книги состояла в исправлении небольших неточностей в тексте и формулах.

И последняя, но, наверное, главная причина обновления книги заключалась в добавлении в нее двух новых важных глав.

1. Одна из новых глав посвящена *разведочному анализу данных* (exploratory data analysis – EDA), очистке данных и *отбору признаков* (feature selection). Понимание этих концепций просто необходимо для изучения методов датамайнинга и машинного обучения. Обычно об этом говорят до знакомства с моделями машинного обучения. Но я, хоть и включил эту главу в книгу, решил дать ей порядковый номер 11, т. е. разместить ее после описания большинства моделей и методов. Причина будет описана там же. Дочитайте до этой главы, и все узнаете.
2. Еще одна новая глава в книге посвящена иерархической кластеризации, которая в первом издании была вскользь упомянута в главе, посвященной кластеризации методом k-средних. В этой главе можно отметить два важных момента: первый связан с реализацией восходящего алгоритма иерархической кластеризации в Excel, а второй – с построением древовидной диаграммы в Excel без установки расширений.

<sup>1</sup> В архиве, который можно загрузить со страницы книги на сайте издательства «ДМК Пресс», присутствуют две папки с упражнениями: одна с оригинальными описаниями, а вторая – с описаниями на русском языке. – *Прим. перев.*

# Краткий ликбез по Excel

Для полноценного чтения этой книги вам потребуются определенные знания и навыки работы с Excel. При необходимости я буду подробно описывать какие-то тонкости и нюансы. Но базовые термины Excel вы должны понимать. Давайте быстро пробежимся по основным понятиям.

## Формула

*Формулы* (formula) представляют собой основные строительные блоки, используемые в Excel. Написание формул подобно написанию выражений и инструкций в традиционных языках программирования. При этом в Excel формула всегда начинается с символа равенства (=).

При запуске Excel вы увидите пустой лист табличного вида. Да, каждый лист здесь – это одна огромная таблица. Одна из причин, по которым Excel идеально подходит для хранения данных, анализа и представления механизмов, использующихся в датамайнинге, состоит в том, что данные здесь автоматически выводятся в табличном виде. Каждая ячейка таблицы обладает своим именем, или *ссылкой* (reference). По умолчанию столбцы на листе обозначаются латинскими буквами, а строки – числами. Например, верхняя левая ячейка в таблице характеризуется ссылкой A1, где A – это указатель на столбец, а 1 – на строку. Содержимое ячейки, каким бы оно ни было, представляется этой ссылкой A1.

Введите цифру 1 в ячейку A1. В настоящий момент значение ячейки A1 представлено единицей, и ссылка A1 указывает на это значение.

Теперь в ячейку B1 введите формулу =A1\*10 и нажмите на клавишу **Enter**. Обратите внимание, что формула должна начинаться со знака равенства.

Для сравнения введите в ячейку C1 текст A1\*10 без предшествующего знака равенства. Поскольку этого знака нет, текст не будет преобразован в формулу.

Теперь лист будет выглядеть так, как показано на рис. 1.2.

	A	B	C	D
1	1	10	A1 * 10	
2				
3				

Рис. 1.2 ❖ Формулы и обычный текст в Excel

## Автозаполнение, или копия

*Автозаполнение* (autofill) представляет собой важнейшую особенность Excel, облегчающую работу с достаточно большими объемами данных. Многие называют этот механизм просто копированием.

Давайте познакомимся с механизмом автозаполнения на следующем простом примере.

1. Введите в ячейку A1 значение 1.
2. Введите в ячейку A2 значение 2.
3. Теперь выделите мышью одновременно ячейки A1 и A2.
4. Отпустите левую кнопку мыши.
5. Поднесите указатель мыши к правому нижнему углу ячейки A2, пока он не превратится в черное перекрестие, как на рис. 1.3.

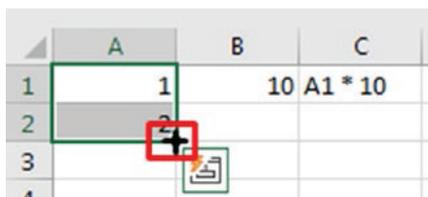


Рис. 1.3 ❖ Указатель мыши превратился в черное перекрестие

6. С зажатой левой кнопкой мыши переместите указатель до ячейки A6 и отпустите кнопку.

В результате ячейки из диапазона A1:A6 будут автоматически заполнены числами 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Этот процесс называется автозаполнением, хотя некоторые некорректно именуют его копированием.

Давайте рассмотрим еще один пример.

1. На этом же листе выделите ячейку B1. Убедитесь, что в ней располагается введенная нами формула  $=A1*10$ .
2. Поднесите указатель мыши к правому нижнему углу ячейки B1, пока он не превратится в черное перекрестие.
3. Зажмите левую кнопку мыши и протяните указатель до ячейки B6. После этого лист должен выглядеть так, как на рис. 1.4.

	A	B	C	D	E
1	1	10 A1 * 10			
2	2	20			
3	3	30			
4	4	40			
5	5	50			
6	6	60			

Рис. 1.4 ❖ Автозаполнение (относительная ссылка)

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)