

Макс Шлее

Qt 4.8

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА C++**

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2012

УДК 681.3.068+800.92С++
ББК 32.973.26-018.1
Ш68

Шлее М.

Ш68 Qt 4.8. Профессиональное программирование на С++. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 912 с.: ил. — (В подлиннике)

ISBN 978-5-9775-0736-3

Книга посвящена разработке приложений для Windows, Linux и Mac OS X с использованием библиотеки Qt версии 4.8. Подробно рассмотрены возможности, предоставляемые этой библиотекой, и описаны особенности, выгодно отличающие ее от других библиотек. Описана интегрированная среда разработки Qt Creator. Показано создание пользовательских интерфейсов с помощью Qt Quick и QML. Книга содержит исчерпывающую информацию о классах Qt 4, а также даны практические рекомендации их применения, проиллюстрированные на большом количестве подробно прокомментированных примеров. Проекты примеров из книги размещены на сайте издательства.

Для программистов

УДК 681.3.068+800.92С++
ББК 32.973.26-018.1

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Игорь Шишигин</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Юрий Рожко</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн серии	<i>Инны Тачиной</i>
Оформление обложки	<i>Марины Дамбиевой</i>

Подписано в печать 31.03.12.

Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 73,53.

Тираж 2000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Первая Академическая типография "Наука"
190034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12/28

ISBN 978-5-9775-0736-3

© Шлее М., 2012

© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2012

Оглавление

Предисловие Маттиаса Эттриха	3
Благодарности	5
Предисловие	6
Структура книги.....	6
Введение	16
ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ QT	25
Глава 1. Обзор иерархии классов Qt	27
Первая программа на Qt.....	27
Модули Qt.....	28
Пространство имен Qt	30
Модуль QtCore	30
Модуль QtGui	31
Модуль QtNetwork	32
Модуль QtXml	32
Модуль QSql.....	33
Модуль QtOpenGL	33
Модуль QtWebKit.....	33
Модуль QtSvg	33
Модуль Qt3Support.....	33
Резюме	33
Глава 2. Философия объектной модели	34
Механизм сигналов и слотов	36
Сигналы	39
Слоты	41
Соединение объектов.....	42
Разъединение объектов.....	46
Организация объектных иерархий	47
Метаобъектная информация	49
Резюме	50

Глава 3. Работа с Qt	51
Интегрированная среда разработки IDE	51
Qt Assistant.....	51
Работа с qmake	51
Рекомендации для проекта с Qt.....	55
Метаобъектный компилятор MOC.....	56
Компилятор ресурсов RCC	57
Структура Qt-проекта	57
Методы отладки	58
Отладчик GDB (GNU Debugger).....	59
Прочие методы отладки	62
Глобальные определения Qt.....	63
Информация о библиотеке Qt.....	65
Резюме	66
Глава 4. Библиотека контейнеров	67
Контейнерные классы.....	68
Итераторы.....	70
Итераторы в стиле Java.....	70
Итераторы в стиле STL.....	71
Ключевое слово <i>foreach</i>	73
Последовательные контейнеры	73
Вектор <i>QVector<T></i>	74
Массив байтов <i>QByteArray</i>	75
Массив битов <i>QBitArray</i>	76
Списки <i>QList<T></i> , <i>QLinkedList<T></i>	76
Стек <i>QStack<T></i>	78
Очередь <i>QQueue<T></i>	79
Ассоциативные контейнеры.....	79
Словари <i>QMap<K,T></i> , <i>QMultiMap<K,T></i>	80
Хэши <i>QHash<K,T></i> и <i>QMultiHash<K,T></i>	82
Множество <i>QSet<T></i>	82
Алгоритмы.....	84
Сортировка	85
Поиск.....	85
Сравнение	86
Заполнение значениями.....	86
Строки.....	86
Регулярные выражения.....	88
Произвольный тип <i>QVariant</i>	90
Модель общего использования данных	91
Резюме	92

ЧАСТЬ II. ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ..... **93**

Глава 5. С чего начинаются элементы управления	95
Класс <i>QWidget</i>	95
Размеры и координаты виджета.....	98
Механизм закулисного хранения.....	99
Установка фона виджета	99
Изменение указателя мыши	100

Стек виджетов	103
Рамки.....	103
Виджет видовой прокрутки.....	104
Резюме	106
Глава 6. Управление автоматическим размещением элементов.....	107
Менеджеры компоновки (layout managers).....	107
Горизонтальное и вертикальное размещения	109
Класс <i>QBoxLayout</i>	109
Горизонтальное размещение <i>QHBoxLayout</i>	111
Вертикальное размещение <i>QVBoxLayout</i>	112
Вложенные размещения	113
Табличное размещение <i>QGridLayout</i>	114
Порядок следования табулятора.....	120
Разделители <i>QSplitter</i>	120
Резюме	121
Глава 7. Элементы отображения	122
Надписи	122
Индикатор прогресса	126
Электронный индикатор.....	129
Резюме	131
Глава 8. Кнопки, флажки и переключатели.....	132
С чего начинаются кнопки. Класс <i>QAbstractButton</i>	132
Установка текста и изображения	132
Взаимодействие с пользователем	132
Опрос состояния.....	133
Кнопки	133
Флажки.....	136
Переключатели.....	137
Группировка кнопок	138
Резюме	141
Глава 9. Элементы настройки.....	143
Класс <i>QAbstractSlider</i>	143
Изменение положения	143
Установка диапазона	143
Установка шага	144
Установка и получение значений	144
Ползунок.....	144
Полоса прокрутки	146
Установщик	147
Резюме	149
Глава 10. Элементы ввода.....	150
Однорочное текстовое поле.....	150
Редактор текста	152
Запись в файл.....	155
Расцветка синтаксиса (syntax highlighting).....	155

С чего начинаются виджеты счетчиков	162
Счетчик	162
Элемент ввода даты и времени	163
Проверка ввода.....	164
Резюме	165
Глава 11. Элементы выбора	167
Простой список	167
Вставка элементов	167
Выбор элементов пользователем.....	169
Изменение элементов пользователем.....	169
Режим пиктограмм.....	169
Сортировка элементов.....	170
Иерархические списки.....	171
Сортировка элементов.....	174
Таблицы	174
Выпадающий список	176
Вкладки.....	177
Виджет панели инструментов	178
Резюме	179
Глава 12. Интервью или модель-представление	180
Концепция	181
Модель	181
Представление	183
Выделение элемента	184
Делегат	186
Индексы модели.....	188
Иерархические данные	188
Роли элементов	192
Создание собственных моделей данных	194
Промежуточная модель данных (Proxy model)	200
Модель элементно-базированных классов	202
Резюме	204
Глава 13. Цветовая палитра элементов управления.....	205
Резюме	208
ЧАСТЬ III. СОБЫТИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ	209
Глава 14. События	211
Переопределение специализированных методов обработки событий	213
События клавиатуры.....	213
Класс <i>QKeyEvent</i>	213
Класс <i>QFocusEvent</i>	216
Событие обновления контекста рисования. Класс <i>QPaintEvent</i>	216
События мыши	217
Класс <i>QMouseEvent</i>	217
Класс <i>QWheelEvent</i>	221
Методы <i>enterEvent()</i> и <i>leaveEvent()</i>	221

Событие таймера. Класс <i>QTimerEvent</i>	221
События перетаскивания (drag & drop).....	222
Класс <i>QDragEnterEvent</i>	222
Класс <i>QDragLeaveEvent</i>	222
Класс <i>QDragMoveEvent</i>	222
Класс <i>QDropEvent</i>	222
Остальные классы событий.....	222
Класс <i>QChildEvent</i>	222
Класс <i>QCloseEvent</i>	222
Класс <i>QHideEvent</i>	223
Класс <i>QMoveEvent</i>	223
Класс <i>QShowEvent</i>	223
Класс <i>QResizeEvent</i>	223
Реализация собственных классов событий.....	224
Переопределение метода <i>event()</i>	225
Сохранение работоспособности приложения.....	228
Резюме	229
Глава 15. Фильтры событий.....	230
Реализация фильтров событий.....	230
Резюме	233
Глава 16. Искусственное создание событий	234
Резюме	237
ЧАСТЬ IV. ГРАФИКА И ЗВУК	239
Глава 17. Введение в компьютерную графику	241
Классы геометрии	241
Точка	241
Двумерный размер.....	242
Прямоугольник.....	244
Прямая линия	244
Полигон.....	245
Цвет.....	245
Класс <i>QColor</i>	245
Цветовая модель RGB	246
Цветовая модель HSV.....	247
Цветовая модель CMYK.....	248
Палитра	249
Предопределенные цвета.....	250
Резюме	251
Глава 18. Легенда о короле Артуре и контексте рисования	252
Класс <i>QPainter</i>	253
Перья и кисти	255
Перо.....	255
Кисть	256
Градиенты.....	257
Техника сглаживания (Anti-aliasing)	258

Рисование	259
Рисование точек	259
Рисование линий	260
Рисование сплошных прямоугольников	261
Рисование заполненных фигур	261
Запись команд рисования	264
Трансформация систем координат	264
Перемещение	265
Масштабирование	266
Поворот	266
Скос	266
Трансформационные матрицы	266
Графическая траектория (painter path)	267
Отсечения	268
Режим совмещения (composition mode)	269
Графические эффекты	272
Резюме	274
Глава 19. Растровые изображения.....	275
Форматы графических файлов.....	275
Формат BMP	275
Формат GIF	276
Формат PNG	276
Формат JPEG	276
Формат XPM.....	276
Контекстно-независимое представление	278
Класс <i>QImage</i>	278
Класс <i>QImage</i> как контекст рисования.....	285
Контекстно-зависимое представление	286
Класс <i>QPixmap</i>	286
Класс <i>QPixmapCache</i>	287
Класс <i>QBitmap</i>	288
Использование масок для <i>QPixmap</i>	288
Создание нестандартного окна виджета	290
Резюме	292
Глава 20. Работа со шрифтами.....	294
Отображение строки	296
Резюме	299
Глава 21. Графическое представление	300
Сцена.....	301
Представление.....	301
Элемент.....	302
События	305
Виджеты в графическом представлении	311
Резюме	313
Глава 22. Анимация.....	314
Класс <i>QMovie</i>	314
SVG-графика	316

Анимационный движок и машина состояний	317
Смягчающие линии.....	320
Машина состояний и переходы	324
Резюме	327
Глава 23. Работа с OpenGL	328
Основные положения OpenGL.....	328
Классы Qt для работы с OpenGL	330
Реализация OpenGL-программы.....	330
Разворачивание OpenGL-программ во весь экран	333
Графические примитивы OpenGL	334
Трехмерная графика	337
Резюме	341
Глава 24. Вывод на печать.....	342
Класс <i>QPrinter</i>	342
Резюме	347
Глава 25. Разработка собственных элементов управления.....	348
Примеры создания виджетов	348
Резюме	353
Глава 26. Элементы со стилем	354
Встроенные стили	356
Создание собственных стилей	360
Метод рисования простых элементов управления.....	361
Метод рисования элементов управления	361
Метод рисования составных элементов управления.....	362
Реализация стиля простого элемента управления	362
Использование <i>QStyle</i> для рисования виджетов.....	366
Использование каскадных стилей документа.....	366
Основные положения.....	367
Изменение подэлементов	368
Управление состояниями	369
Пример	370
Резюме	374
Глава 27. Звук.....	375
Воспроизведение звука.....	375
Проверка возможности воспроизведения	376
Пример программы, воспроизводящей звук.....	376
Резюме	379
Глава 28. Мультимедиа	380
Путешествие к истокам Phonon	380
Архитектура Phonon	381
Быстрый старт	384
Создаем простой медиаплеер.....	386
Резюме	389

ЧАСТЬ V. СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ	391
Глава 29. Сохранение настроек приложения	393
Управление сеансом	400
Резюме	402
Глава 30. Буфер обмена и перетаскивание	403
Буфер обмена	403
Перетаскивание	404
Реализация drag	406
Реализация drop	408
Создание собственных типов перетаскивания	410
Резюме	415
Глава 31. Интернационализация приложения.....	417
Подготовка приложения к интернационализации.....	417
Утилита lupdate	419
Программа Qt Linguist	420
Утилита lrelease. Пример программы, использующей перевод	421
Смена перевода в процессе работы программы.....	423
Завершающие размышления.....	425
Резюме	426
Глава 32. Создание меню.....	427
Анатомия меню.....	427
Отрывные меню	431
Контекстные меню.....	432
Резюме	433
Глава 33. Диалоговые окна.....	434
Правила создания диалоговых окон.....	434
Класс <i>QDialog</i>	435
Модальные диалоговые окна	435
Немодальные диалоговые окна.....	436
Создание собственного диалогового окна	436
Стандартные диалоговые окна	440
Диалоговое окно выбора файлов.....	440
Диалоговое окно настройки принтера.....	442
Диалоговое окно выбора цвета	443
Диалоговое окно выбора шрифта	444
Диалоговое окно ввода	445
Диалоговое окно прогресса.....	446
Диалоговые окна мастера.....	447
Диалоговые окна сообщений	448
Окно информационного сообщения.....	450
Окно предупреждающего сообщения	450
Окно критического сообщения	451
Окно сообщения о программе.....	452
Окно сообщения <i>About Qt</i>	452
Окно сообщения об ошибке	453
Резюме	453

Глава 34. Предоставление помощи	455
Всплывающая подсказка	455
Подсказка "Что это"	457
Система помощи (Online Help)	458
Резюме	461
Глава 35. Создание SDI- и MDI-приложений	462
Класс главного окна <i>QMainWindow</i>	462
Класс действия <i>QAction</i>	463
Панель инструментов	464
Доки	466
Строка состояния	467
Окно заставки	469
SDI- и MDI-приложения	471
SDI-приложение	471
MDI-приложение	475
Резюме	483
Глава 36. Рабочий стол (Desktop).....	484
Область уведомлений	484
Виджет экрана	489
Класс сервиса рабочего стола	493
Резюме	493
ЧАСТЬ VI. ОСОБЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ QT	495
Глава 37. Работа с файлами, каталогами и потоками ввода-вывода.....	497
Ввод-вывод. Класс <i>QIODevice</i>	497
Работа с файлами. Класс <i>QFile</i>	499
Класс <i>QBuffer</i>	500
Класс <i>QTemporaryFile</i>	501
Работа с каталогами. Класс <i>QDir</i>	501
Просмотр содержимого каталога	502
Информация о файлах. Класс <i>QFileInfo</i>	505
Файл или каталог?	505
Путь и имя файла	506
Информация о дате и времени	506
Получение атрибутов файла	506
Определение размера файла	506
Наблюдение за файлами и каталогами	507
Потоки ввода-вывода	509
Класс <i>QTextStream</i>	509
Класс <i>QDataStream</i>	511
Резюме	511
Глава 38. Дата, время и таймер	513
Дата и время	513
Класс даты <i>QDate</i>	513
Класс времени <i>QTime</i>	515
Класс даты и времени <i>QDateTime</i>	516

Таймер.....	516
Событие таймера.....	517
Класс <i>QTimer</i>	519
Класс <i>QBasicTimer</i>	521
Резюме.....	521
Глава 39. Процессы и потоки.....	522
Процессы.....	522
Потоки.....	525
Приоритеты.....	527
Обмен сообщениями.....	527
Сигнально-слотовые соединения.....	528
Отправка событий.....	532
Синхронизация.....	535
Мьютексы.....	536
Семафоры.....	537
Ожидание условий.....	538
Возникновение тупиковых ситуаций.....	538
Фреймворк <i>QtConcurrent</i>	539
Резюме.....	541
Глава 40. Программирование поддержки сети.....	542
Сокетное соединение.....	542
Модель "клиент-сервер".....	543
Реализация TCP-сервера.....	544
Реализация TCP-клиента.....	549
Реализация UDP-сервера и UDP-клиента.....	553
Высокоуровневые классы.....	557
Класс <i>QFtp</i>	557
Класс <i>QHttp</i>	558
Управляющий доступом к сети.....	559
Блокирующий подход.....	566
Режим прокси.....	569
Резюме.....	569
Глава 41. Работа с XML.....	571
Основные понятия и структура XML-документа.....	571
XML и Qt.....	573
Работа с DOM.....	573
Чтение XML-документа.....	574
Создание и запись XML-документа.....	576
Работа с SAX.....	578
Чтение XML-документа.....	578
Класс <i>QXmlStreamReader</i> для чтения XML.....	581
Использование XQuery.....	583
Резюме.....	586
Глава 42. Программирование баз данных.....	587
Основные положения SQL.....	587
Создание таблицы.....	588
Операция вставки.....	588

Чтение данных	588
Изменение данных	589
Удаление	589
Использование языка SQL в библиотеке Qt	589
Соединение с базой данных (второй уровень)	591
Исполнение команд SQL (второй уровень)	592
Классы SQL-моделей для интервью (третий уровень)	595
Модель запроса	596
Табличная модель	597
Реляционная модель	599
Резюме	600
Глава 43. Динамические библиотеки и система расширений.....	601
Динамические библиотеки	601
Динамическая загрузка и выгрузка библиотеки	602
Расширения (plug-ins)	605
Расширения для Qt	605
Поддержка собственных расширений в приложениях	607
Создание расширения для приложения	610
Резюме	613
Глава 44. Совместное использование Qt с платформозависимыми API.....	614
Совместное использование с Windows API	616
Совместное использование с Linux	618
Совместное использование с Mac OS X	618
Системная информация	622
Резюме	623
Глава 45. Qt Designer. Быстрая разработка прототипов.....	624
Создание новой формы в Qt Designer	624
Добавление виджетов	627
Компоновка (layout)	628
Порядок следования табулятора	629
Сигналы и слоты	630
Использование в формах собственных виджетов	632
Использование форм в проектах	632
Компиляция	634
Динамическая загрузка формы	635
Резюме	637
Глава 46. Проведение тестов	639
Создание тестов	640
Тесты с передачей данных	643
Создание тестов графического интерфейса	645
Параметры для запуска тестов	647
Резюме	647
Глава 47. WebKit.....	648
Путешествие к истокам	649
А зачем?	650

Быстрый старт	650
Написание простого Web-браузера	652
Ввод адресов.....	652
Управление историей.....	652
Загрузка страниц и ресурсов	653
Пишем Web-браузер, попытка номер два	653
Резюме	657
Глава 48. Интегрированная среда разработки Qt Creator	658
Первый запуск	659
Создаем проект "Hello Qt Creator"	659
Пользовательский интерфейс Qt Creator.....	665
Окна вывода.....	666
Окно проектного обозревателя	666
Секция компилирования и запуска	666
Редактирование текста	669
Как подсвечен ваш синтаксис?	669
Скрытие и отображение кода.....	670
Автоматическое дополнение кода	670
Поиск и замена	670
Комбинации клавиш для ускорения работы	675
Вертикальное выделение текста	675
Автоматическое форматирование текста.....	675
Комментирование блоков.....	675
Просмотр кода методов класса их определения и атрибутов	676
Помощь, которая всегда рядом.....	676
Использование стороннего редактора.....	677
Интерактивный отладчик и программный экзорцизм	677
Синтаксические ошибки	678
Ошибки компоновки	679
Ошибки времени исполнения	680
Логические ошибки	680
Трассировка.....	680
Команда <i>Step Over</i>	681
Команда <i>Step Into</i>	681
Команда <i>Step Out</i>	682
Контрольные точки.....	682
Окно переменных (Local and Watches).....	683
Окно цепочки вызовов (Call Stack).....	684
Резюме	684
Глава 49. Рекомендации по миграции программ из Qt3 в Qt4.....	686
Основные отличия Qt4 от Qt3	686
Классы графического интерфейса	687
Контейнерные классы.....	688
Классы программирования сети	689
Классы для программирования баз данных	689
Qt Designer	689

Начало перевода на Qt4.....	689
Модуль совместимости Qt3Support.....	690
Завершение перевода на Qt4.....	691
Резюме.....	692

ЧАСТЬ VII. ЯЗЫК СЦЕНАРИЕВ QT SCRIPT..... 693

Глава 50. Основы поддержки сценариев..... 695

Принцип взаимодействия с языком сценариев.....	696
Первый шаг использования сценария.....	699
Привет, сценарий.....	700
Резюме.....	702

Глава 51. Синтаксис языка сценариев..... 703

Зарезервированные ключевые слова.....	703
Комментарии.....	704
Переменные.....	704
Предопределенные типы данных.....	705
Целый тип.....	705
Вещественный тип.....	705
Строковый тип.....	706
Логический тип.....	706
Преобразование типов.....	706
Константы.....	708
Операции.....	708
Операторы присваивания.....	708
Арифметические операции.....	708
Поразрядные операции.....	709
Операции сравнения.....	710
Приоритет выполнения операций.....	711
Управляющие структуры.....	711
Условные операторы.....	711
Оператор <i>if... else</i>	713
Оператор <i>switch</i>	713
Оператор условного выражения.....	714
Циклы.....	715
Операторы <i>break</i> и <i>continue</i>	715
Цикл <i>for</i>	715
Цикл <i>while</i>	715
Цикл <i>do...while</i>	716
Оператор <i>with</i>	716
Исключительные ситуации.....	716
Оператор <i>try...catch</i>	716
Оператор <i>throw</i>	717
Функции.....	717
Встроенные функции.....	719
Объектная ориентация.....	719
Статические классы.....	722
Наследование.....	722

Перегрузка методов	724
Сказание о "джейсоне"	725
Резюме	726
Глава 52. Встроенные объекты Qt Script	727
Объект <i>Global</i>	727
Объект <i>Number</i>	727
Объект <i>Boolean</i>	727
Объект <i>String</i>	728
Преобразование строки к нижнему и верхнему регистрам	728
Замена	728
Получение символов	728
Получение подстроки	728
Объект <i>RegExp</i>	728
Проверка строки	729
Поиск совпадений	729
Объект <i>Array</i>	729
Дополнение массива элементами	730
Адресация элементов	730
Изменение порядка элементов массива	730
Преобразование массива в строку	731
Объединение массивов	731
Упорядочивание элементов	731
Многомерные массивы	731
Объект <i>Date</i>	732
Объект <i>Math</i>	733
Модуль числа	733
Округление	734
Определение максимума и минимума	734
Возведение в степень	734
Вычисление квадратного корня	734
Генератор случайных чисел	735
Тригонометрические методы	735
Вычисление натурального логарифма	735
Объект <i>Function</i>	736
Резюме	736
Глава 53. Классы поддержки Qt Script и практические примеры.....	737
Класс <i>QScriptValue</i>	737
Класс <i>QScriptContext</i>	737
Класс <i>QScriptEngine</i>	738
Практические примеры	740
"Черепашья" графика	741
Сигналы, слоты и функции	748
Отладчик Qt Script	751
Резюме	754
ЧАСТЬ VIII. ТЕХНОЛОГИЯ QT QUICK.....	755
Глава 54. Знакомство с Qt Quick	757
А зачем?	757

Введение в QML.....	759
Быстрый старт.....	759
Резюме.....	763
Глава 55. Элементы.....	765
Визуальные элементы.....	765
Свойства элементов.....	767
Собственные свойства.....	769
Создание собственных элементов.....	771
Использование JavaScript в QML.....	773
Резюме.....	774
Глава 56. Управление размещением элементов.....	775
Фиксаторы.....	775
Традиционные размещения.....	782
Резюме.....	784
Глава 57. Элементы графики.....	785
Цвета.....	785
Растровые изображения.....	786
Элемент <i>Image</i>	786
Элемент <i>BorderImage</i>	789
Градиенты.....	790
Шрифты.....	791
Резюме.....	792
Глава 58. Пользовательский ввод.....	793
Область мыши.....	793
Сигналы.....	796
Ввод с клавиатуры.....	800
Фокус.....	801
"Сырой" ввод.....	803
Резюме.....	804
Глава 59. Анимация.....	805
Анимация при изменении свойств.....	805
Анимация для изменения числовых значений.....	807
Анимация с изменением цвета.....	808
Анимация с поворотом.....	809
Анимации поведения.....	810
Параллельные и последовательные анимации.....	812
Состояния и переходы.....	815
Состояния.....	815
Переходы.....	818
Резюме.....	820
Глава 60. Модель/Представление.....	822
Модели.....	822
Модель списка.....	822
XML-модель.....	823

Представления данных моделей	825
Элемент <i>Flickable</i>	825
Элемент <i>ListView</i>	826
Элемент <i>GridView</i>	828
Элемент <i>PathView</i>	830
Резюме	833
Глава 61. Qt Quick и C++	834
Использование языка QML в C++	834
Использование компонентов языка C++ в QML	835
Резюме	838
Эпилог	839
ПРИЛОЖЕНИЯ	841
Приложение 1. Таблицы семибитной кодировки ASCII.....	843
Приложение 2. Таблица простых чисел	846
Приложение 3. Глоссарий	849
Приложение 4. Описание архива с примерами.....	853
Предметный указатель	863

*Посвящается
моей дочке АLINE,
любимой Аленушке,
родителям
и семейству Гоуз (Goes)*

Любая достаточно передовая технология неотличима от магии.

Артур Кларк

Предисловие Маттиаса Эттриха

Let's start with a fictional story. Imagine ten years ago, someone came to me and asked: "Is it possible to write a feature-rich graphical application, and then compile and run this application natively on all different major operating systems? On Linux, on UNIX, on Windows, and on the Macintosh?" Back then — as a young computer scientist — I would probably have answered, "No, that's not possible. And if it was, the system would be very difficult to use, and limited by the weakest platform. Better choose one platform, or write your code several times."

A few years later I discovered Qt — and how wrong I was!

Qt makes true cross-platform programming a reality, without limiting your choices and creativity. It gives users what users want: fast, native applications that look and feel just right. It gives developers what developers want: a framework that lets us write less code, and create more. A framework that makes programming fun again, no matter whether we do commercial work or contribute to Open Source projects.

Too good to be true? You don't believe me? Well, the proof is easy. I'll pass the word on to Max, who will tell you exactly how it's done. Max, your turn.

Before I leave, let me wish you good luck with your first Qt-steps. But be careful, it may very well turn into a lifetime addiction. Either way, I hope you will have as much fun using Qt as we have creating it for you.

Matthias Ettrich
October 1st, 2004, Oslo

Давайте пофантазируем. Представьте себе, будто бы 10 лет назад кто-то подошел ко мне и спросил: "Возможно ли создать многофункциональное приложение с графическим интерфейсом пользователя, а затем откомпилировать его и пользоваться на всех распространенных операционных системах? На Linux, UNIX, Windows, Macintosh?" В то время я был молодым программистом, и я бы, наверное, ответил: "Нет, это невозможно. А если это и было бы возможным, то такая система была бы очень трудна в обращении и ограничена возможностями самой слабой платформы. Лучше выбрать одну операционную систему или переписать свою программу несколько раз".

Несколько лет спустя я открыл для себя Qt — и понял, как я был не прав!

Qt делает платформонезависимое программирование действительностью, не ограничивая ваш выбор и творческие возможности. *Qt* предоставляет пользователям то, чего они хотят: быстрые программы, которые выглядят и работают должным образом. *Qt* предоставляет разработчикам программ то, чего они желают: среду, позволяющую писать меньше кода, создавая при этом больше. Благодаря этому программирование становится интереснее, и при этом неважно, является оно коммерческим или проектом с открытым исходным кодом (*Open Source*).

Слишком хорошо, чтобы быть правдой? Вы мне не верите? Ну что же, доказать это просто. Я передаю слово Макс, который расскажет вам подробно, как это делается. Макс, теперь твоя очередь.

Прежде чем я попрощаюсь, позвольте пожелать вам удачи в ваших первых шагах с *Qt*. Но осторожно, *Qt* может вызвать у вас зависимость на всю жизнь. В любом случае, я надеюсь, что вам будет также интересно работать с *Qt*, как нам было интересно создавать ее для вас.

Маттиас Эттрих
1 октября 2004, Осло

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность своей первой наставнице в области информатики — Татьяне Дмитриевне Оболенцевой — преподавателю Новосибирского филиала Московского технологического университета легкой промышленности, разбудившей в нем творческий потенциал. А также профессору, доктору Ульриху Айзэнекеру (Ulrich W. Eisencker), который помог определиться в многообразном мире информатики.

Большую помощь в создании этой книги оказали самые близкие ему люди: Алена Шлее, родители Евгений и Галина Шлее, сестра Натали Гоуз.

Глубокую признательность и уважение испытывает автор ко всему коллективу издательства "БХВ-Петербург", а в особенности к Игорю Владимировичу Шишигину, Юрию Викторовичу Рожко, Андрею Геннадиевичу Смышляеву и Юрию Владимировичу Якубовичу за их поддержку и сотрудничество.

Особая благодарность Маттиасу Эттриху (Matthias Ettrich) — сотруднику фирмы Nokia и основателю KDE — за его интерес и поддержку, проявленные во время написания книги. А также автор благодарит Кента Ханзена (Kent Hansen) и Андреаса Ардаль Ханссена (Andreas Aardal Hanssen) за проверку примеров книги и остальных сотрудников фирмы Nokia за замечательную библиотеку, которая вдохновила меня на написание этой книги.

А также выражаю благодарность моим читателям, приславшим свои замечания и предложения: Виталию Улыбину, Александру Климову, Артуру Акопяну, Ирине Романенко, Вячеславу Гурковскому, Николаю Прокушину, Юрию Зинченко, Людмиле Брагиной, Алексею Старченко, Дмитрию Оленченко, Антону Матросову, Михаилу Кипа, Денису Песоцкому, Павлу Плотникову, Ярославу Васильеву, Михаилу Ермоленко, Виталию Венделю, Александру Басову и Прохоренку Н. А.

Предисловие

Занимайтесь любимым делом и тогда в вашей жизни не будет ни одного рабочего дня...

Как и в предыдущих моих книгах, посвященных библиотеке Qt (в дальнейшем просто Qt), мы продолжим разговор о дальнейшем ее развитии. Основной причиной для продолжения разговора на эту тему стали ваши отклики и большой интерес, проявленный вами к предыдущим моим книгам, за что я вам искренне благодарен. За последние два года произошли очень важные изменения, так что просто необходимо вовремя сообщить вам о них.

И самое главное событие — это появление технологии Qt Quick и возможности реализации пользовательских интерфейсов при помощи описательного языка QML. Это значительно повышает эффективность программирования и позволяет дизайнерам и программистам работать вместе в тесном контакте. Ввиду важности этой темы, я посвятил ей отдельную часть из восьми глав.

Структура самой книги осталась практически неизменной, некоторые главы претерпели небольшие изменения, обновления и дополнения.

Мне очень хотелось, чтобы данная книга вместила в себя как можно больше информации по новым возможностям библиотеки Qt. Поэтому мысли об этом никогда не покидали меня, и каждую свободную минуту я посвящал работе над книгой. Я старался не упустить ни одного нюанса, касающегося новинок и изменений в Qt, но объем книги, как собственно и время, отведенное мне для ее написания, наложили свои рамки, и поэтому я решил помещать материалы, не вошедшие в нее, на своем авторском блоге, который вы сможете найти по адресу www.maxschlee.com.

Несмотря на внушительный объем книги, основной ее задачей является ознакомить с большим спектром возможностей библиотеки Qt и подтолкнуть вас к тому, чтобы в дальнейшем "копать глубже" и находить нужную вам информацию самостоятельно.

А теперь мне в очередной раз остается лишь пожелать вам счастливого путешествия по главам книги.

Структура книги

Книга состоит из восьми частей. Хочу сразу обратить ваше внимание на то, что если вы уже имели опыт программирования с предыдущими версиями Qt, то полезнее всего будет начать ознакомление с материалом *главы 49*, которая описывает отличия Qt4 от Qt3.

Часть I. Основы Qt

Основная задача этой части — описать новый подход при программировании с использованием Qt.

Глава 1. Обзор иерархии классов Qt

Глава 1 — вводная, знакомящая с модульной архитектурой и классами Qt, а также с реализацией первой программы, созданной с помощью Qt.

Глава 2. Философия объектной модели

В *главу 2* входит подробное описание механизма сигналов и слотов, организация объектов в иерархии, свойства объектов.

Глава 3. Работа с Qt

Эта глава описывает процесс создания проектных файлов, которые можно переработать на любой платформе в соответствующие make-файлы, методы и средства отладки приложений.

Глава 4. Библиотека контейнеров

Глава содержит описание классов, которые в состоянии хранить в себе элементы различных типов данных и манипулировать ими. В этой главе описываются так же различные категории итераторов. Контейнерные классы в Qt являются составной частью основного модуля, и знания о них необходимы на протяжении всей книги. Данная глава содержит описание механизма "общих данных", дающего возможность экономично и эффективно использовать ресурсы. Все контейнерные классы — списки, словари, хэш-таблицы и др. — описаны в отдельности, особое внимание уделено классу строк `QString` и мощному механизму для анализа строк, именуемому "регулярное выражение", а также осуществляется знакомство с классом `QVariant`, объекты которого способны содержать в себе данные разного типа.

Часть II. Элементы управления

Задача второй части — описание элементов, из которых строятся пользовательские интерфейсы. Эта часть дает навыки грамотного и обоснованного применения данных элементов.

Глава 5. С чего начинаются элементы управления

Глава 5 вводит понятие *виджета* как синонима элемента управления. Описываются три класса, от которых наследуются все элементы управления, самые важные методы этих классов, такие как изменение размера, местоположения, цвета и др. Рассказывается, как управлять из виджета изменением изображения указателя мыши. Говорится и о классе `QStackedWidget`, который способен показывать в отдельно взятый момент времени только лишь один из содержащихся в нем виджетов.

Глава 6. Управление автоматическим размещением элементов

Эта глава описывает классы для размещений (Layouts), позволяющие управлять различными вариантами размещения виджетов на поверхности другого виджета, знакомит с классом разделителя `QSplitter`. В качестве примера разрабатывается программа калькулятора.

Глава 7. Элементы отображения

Глава 7 описывает элементы управления, не принимающие непосредственного участия в действиях пользователя и служащие только для отображения информации. В группу этих

элементов входят надписи, индикатор процесса выполнения и электронный индикатор. Подробно разбираются основные особенности этих виджетов.

Глава 8. Кнопки, флажки и переключатели

В *главе 8* после описания основных возможностей базового класса кнопок рассматриваются следующие типы интерфейсных элементов: обычные кнопки, флажки и переключатели. Делается акцент на особенностях их применения. Описывается возможность группировки таких интерфейсных элементов.

Глава 9. Элементы настройки

Глава 9 описывает группу виджетов, позволяющих выполнять настройки, не требующие большой точности: ползунков, полос прокрутки, установщиков.

Глава 10. Элементы ввода

В *главе 10* описывается группа виджетов, представляющих собой фундамент для ввода пользовательских данных. Проводится детальное рассмотрение каждого виджета этой группы: однострочные и многострочные текстовые поля, счетчик, элемент ввода даты и времени. Рассматривается использование класса `QValidator` для предотвращения неправильного ввода пользователя.

Глава 11. Элементы выбора

Глава 11 знакомит с группой виджетов, в которую входят списки, таблицы, вкладки, инструменты и др.

Глава 12. Интервью, модель-представление

Эта глава знакомит с подходом модель-представление и преимуществами, связанными с его использованием.

Глава 13. Палитра элементов управления

Глава 13 описывает процесс изменения цветов как для каждого виджета в отдельности, так и для всех виджетов приложения.

Часть III. События и взаимодействие с пользователем

Цель третьей части — подробно ознакомить с тонкостями применения событий при программировании с использованием библиотеки Qt.

Глава 14. События

В *главе 14* разъясняется необходимость сосуществования двух механизмов, связанных с оповещением — сигналы, слоты и события. После этого следует описание целого ряда классов событий для мыши, клавиатуры, таймера и др. Отдельно рассматривается каждый метод, который предназначен для получения и обработки этих событий.

Глава 15. Фильтры событий

Глава 15 знакомит с очень мощным механизмом, дающим возможность объекту фильтра осуществлять перехват управлением событиями. Это позволяет объектам классов, унаследованных от класса `QObject`, реализовать, например, один класс фильтра и устанавливать его в нужные объекты, что значительно экономит время на разработку, т. к. отпадет необ-

ходимость наследования или изменения класса, если при этом преследуется цель только переопределить методы для обработки событий.

Глава 16. Искусственное создание событий

В *главе 16* рассказывается о способах создания события искусственным образом, что может оказаться очень полезным, например, для имитации ввода пользователя.

Часть IV. Графика и звук

Задача четвертой части — познакомить с разнообразием возможностей, связанных с программированием компьютерной графики. Также затрагивается тема реализации приложений со звуком и мультимедиаприложений.

Глава 17. Введение в компьютерную графику

Глава 17 описывает основные классы для геометрии, необходимые, прежде всего, для рисования. Дается понятие цвета и палитры.

Глава 18. Легенда о короле Артуре и контексте рисования

Эта глава описывает перья и кисти, трансформации систем координат, отсечения, градиентные заливки и многое другое. В ней содержатся примеры рисования различных графических примитивов — от точек до полигонов, рассказывается о записи команд рисования при помощи класса `QPicture`, о трансформации систем координат и о других аспектах, связанных с рисованием.

Глава 19. Растровые изображения

Глава 19 содержит подробное описание двух классов для растровых изображений `QPixmap` и `QImage`. Рассматриваются преимущества подобного разделения растровых изображений на два класса и функциональные возможности этих классов. Вводится понятие "прозрачность" и перечисляются поддерживаемые графические форматы.

Глава 20. Работа со шрифтами

В этой главе рассматривается использование шрифтов.

Глава 21. Графическое представление

Глава 21 описывает иерархию классов `QGraphicsScene`, предоставляющих интерфейс рисования высокого уровня. Эти классы можно применять там, где необходимо предоставить пользователю возможность манипулировать большим количеством графических изображений, например, в качестве спрайтов для компьютерных игр.

Глава 22. Анимация

Эта глава содержит описание класса `QMovie`, предназначенного для отображения анимированных изображений в GIF- и MNG-форматах.

Глава 23. Работа с OpenGL

Глава 23 описывает совместное использование библиотеки OpenGL и Qt, в основном, в качестве дополнительного средства для вывода трехмерной графики. Подробно рассматриваются классы Qt, созданные для поддержки OpenGL. Для полноты проводится краткое знакомство с возможностями самого OpenGL: примитивами, проекциями, пикселями и изображениями, трехмерной графикой и дисплейными списками.

Глава 24. Вывод на печать

Глава 24 рассказывает о возможностях, связанных с выводом на печатающее устройство: об использовании принтера в качестве контекста рисования, о настройке параметров печати и о многом другом.

Глава 25. Разработка собственных элементов управления

Глава 25 описывает факторы, которые необходимо учитывать при создании собственных виджетов. Например, обсуждается, какой из классов взять в качестве базового и какие методы нуждаются в переопределении.

Глава 26. Элементы со стилем

Эта глава рассказывает о механизме, позволяющем изменять внешний вид приложения и его поведение (Look & Feel). Глава знакомит со встроенными стилями, демонстрирует их применение, а также описывает механизм создания своих собственных стилей и использование CSS (Cascading Style Sheets) для этой цели.

Глава 27. Звук

В *главе 27* описываются возможности, предоставляемые Qt для воспроизведения звука.

Глава 28. Мультимедиа

Эта глава знакомит с возможностями использования звука и видео, предоставляемыми модулем Phonon.

Часть V. Создание приложений

В пятой части описываются все необходимые составляющие для реализации профессиональных приложений.

Глава 29. Сохранение настроек приложения

В *главе 29* объясняется механизм сохранения измененных пользователем настроек и их восстановления при дальнейших загрузках приложения. Также описываются механизм управления сеансом, сохранение настроек и документов в тех случаях, когда пользователь, завершая сеанс работы с операционной системой, оставил приложение открытым, изменив его настройки или не записав измененный документ.

Глава 30. Буфер обмена и перетаскивание

В главе демонстрируются возможности обмена данными между разными приложениями посредством буфера обмена и перетаскивания (drag & drop).

Глава 31. Интернационализация приложения

Хорошее приложение предоставляет многоязыковую поддержку для возможности его комфортного использования в различных языковых средах. *Глава 31* описывает технику, связанную с интернационализацией и локализацией создаваемых приложений.

Глава 32. Создание меню

Меню — это неотъемлемая часть каждого приложения. Эта глава описывает процесс создания меню разных типов: строк меню, выпадающих меню, отрывных меню, контекстных меню, а также ускорителей, предназначенных для быстрого доступа к отдельным пунктам меню.

Глава 33. Диалоговые окна

В *главе 33* вводятся понятия модальных и немодальных диалоговых окон. Описываются стандартные диалоговые окна для выбора файлов, шрифтов, цвета и др. Объясняется, как применять простые диалоговые окна для выдачи сообщений и как создавать собственные диалоговые окна.

Глава 34. Предоставление помощи

Предоставление подсказок в программах необходимо для облегчения работы пользователя. В *главе 34* рассмотрены различные варианты помощи с методами их реализации.

Глава 35. Создание SDI- и MDI-приложений

Эта глава описывает технику создания панелей инструментов для приложений и использования строк состояния, знакомит с анатомией главного окна приложения и возможностями класса для главного окна приложения `QMainWindow`. Приведен пример создания полноценного текстового редактора, сначала как приложения *SDI* (Single Document Interface), а затем *MDI* (Multiple Document Interface).

Глава 36. Рабочий стол (Desktop)

В *главе 36* рассматриваются основные приемы использования классов работы с рабочим столом операционной системы. Операционные системы предоставляют возможность размещения значков в области уведомлений (в Windows эта область находится в нижнем правом углу) и взаимодействия пользователя с приложением из этой области. Рассматривается класс `QSystemTrayIcon`, в котором реализованы механизмы работы с областью уведомлений. Кроме того, рассматривается класс `QDesktopWidget`, предоставляющий доступ к графической области рабочего стола.

Часть VI. Особые возможности Qt

Задача шестой части — подробно ознакомить с теми возможностями Qt, которые не обязательно связаны с программированием графики и пользовательского интерфейса, но очень важны, т. к. предоставляют программисту набор функциональных возможностей практически на все случаи жизни и, тем самым, позволяют добиться полной платформонезависимости.

Глава 37. Работа с файлами, каталогами и потоками ввода-вывода

В *главе 37* описываются возможности, предоставляемые Qt для чтения и записи файлов, а также для просмотра каталогов и получения подробной информации о файлах. Завершается глава примером реализации программы, осуществляющей поиск файлов в заданном каталоге (папке).

Глава 38. Дата, время и таймер

Эта глава описывает область назначения и применения таймеров, а также знакомит с классами, предоставляющими информацию о текущей дате и времени и методы для работы с ними.

Глава 39. Процессы и потоки

Глава 39 рассказывает о назначении процессов, описывает использование многопоточности для параллельного выполнения задач, необходимые для этого классы и методы. Рассматри-

ваются совместное использование данных и сложности, связанные с этим. Вводятся понятия мьютекса (mutex) и задач синхронизации, а также семафора, как обобщения мьютексов.

Глава 40. Программирование поддержки сети

Глава 40 знакомит с классами, позволяющими реализовывать как TCP/UDP-клиенты, так и серверы. После этого рассматриваются более специализированные классы: класс `QFtp`, который дает возможность доступа к данным через FTP; класс `QHttp`, представляющий собой реализацию клиентской части протокола HTTP; класс для работы с сетью на высоком уровне `QNetworkAccessManager`.

Глава 41. Работа с XML

Эта глава содержит краткий вводный курс в очень популярный формат для описания, хранения и обмена данными *XML* (eXtensible Markup Language). Анализируются преимущества и недостатки различных способов представления данных XML-документа. После небольшого введения в *DOM* (Document Object Model) объясняется, как можно осуществлять чтение и проводить операции с узлами DOM-представления XML-документа. Также говорится о чтении при помощи *SAX* (Simple API for XML) и о записи XML-документов.

Глава 42. Программирование баз данных

Глава 42 содержит краткий вводный курс в базы данных. Описываются процессы соединения с базой данных и ее открытия. Подробно говорится о классе `QSqlQuery` и исполнении SQL-команд (Structured Query Language), получении, удалении и добавлении данных. Рассматривается возможность использования классов базирующихся на технологии "Интервью".

Глава 43. Динамические библиотеки

Эта глава рассказывает, как объединить используемый различными приложениями или их частями код в отдельные динамические библиотеки. Описывается процесс создания и загрузки динамических библиотек. Кроме того, рассказывается о системе расширений (plugins).

Глава 44. Совместное использование Qt с платформозависимыми API

Глава 44 описывает включение платформозависимых функций ОС Windows и Linux в программы, базирующихся на библиотеке Qt.

Глава 45. Qt Designer. Быстрая разработка прототипов

В *главе 45*, после небольшого описания возможностей Qt Designer, проводится разработка приложения средствами, предоставляемыми этой средой.

Глава 46. Проведение тестов

Тестирование — это залог правильной разработки программного обеспечения. *Глава 46* знакомит с возможностями, предоставляемыми Qt для проведения модульного тестирования.

Глава 47. WebKit

Глава 47 описывает модуль QtWebKit, который предоставляет инструментарий для получения и отображения информации из Всемирной паутины — WWW (World Wide Web) или просто Web. Прочитав эту главу, вы научитесь быстро создавать Web-браузеры и другие Web-клиенты.