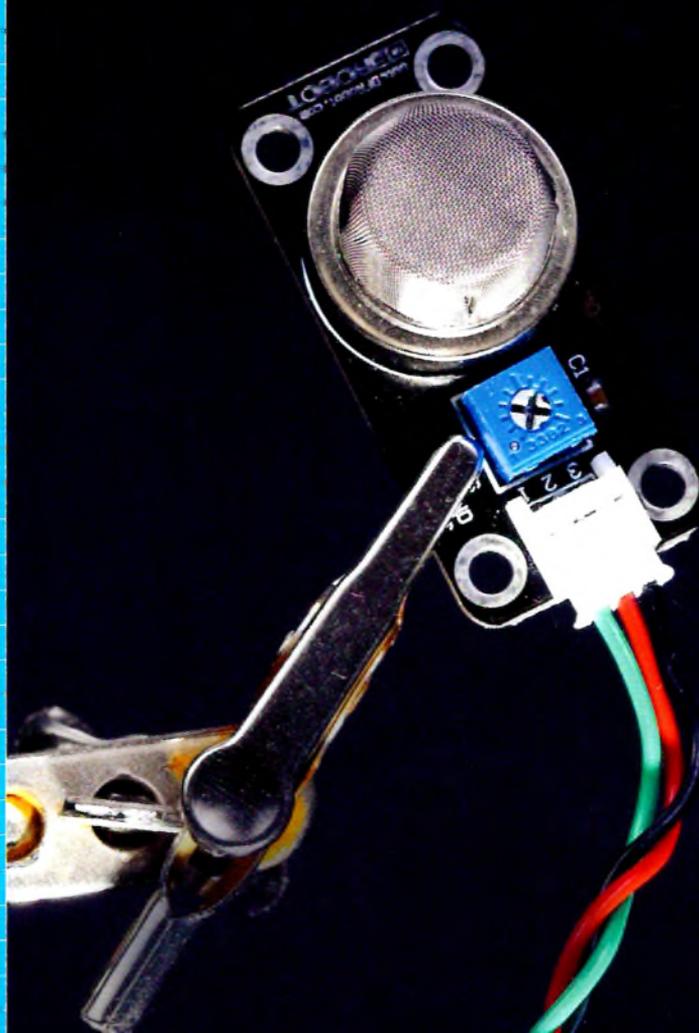


# Делаем сенсоры

Проекты сенсорных  
устройств на базе Arduino  
и Raspberry Pi



Теро Карвинен  
Киммо Карвинен  
Вилле Валтокари

---

# Оглавление

---

<b>Введение</b>	<b>17</b>
<b>Глава 1. Знакомство с Raspberry Pi</b>	<b>29</b>
<b>Глава 2. Знакомство с Arduino</b>	<b>57</b>
<b>Глава 3. Расстояние</b>	<b>65</b>
<b>Глава 4. Дым и газ</b>	<b>103</b>
<b>Глава 5. Прикосновение</b>	<b>125</b>
<b>Глава 6. Движение</b>	<b>163</b>
<b>Глава 7. Свет</b>	<b>201</b>
<b>Глава 8. Ускорение</b>	<b>243</b>
<b>Глава 9. Идентификация</b>	<b>285</b>
<b>Глава 10. Электричество и магнетизм</b>	<b>325</b>
<b>Глава 11. Звук</b>	<b>363</b>
<b>Глава 12. Погода и климат</b>	<b>377</b>
<b>Приложение А. Краткий справочник по командам Linux в Raspberry Pi</b>	<b>421</b>
<b>Предметный указатель</b>	<b>423</b>

---

# Содержание

---

Об авторах	15
<b>Введение</b>	17
Сначала была идея...	17
Как читать эту книгу	19
Ввод, обработка и вывод данных	20
Интерфейсы	21
Самостоятельная работа	23
Приобретение электронных компонентов	26
Соглашения, принятые в этой книге	26
Программные коды примеров	27
Ждем ваших отзывов!	28
<b>Глава 1. Знакомство с Raspberry Pi</b>	29
Raspberry Pi — с нуля и до первой загрузки ОС	31
Распаковка файла NOOBS*.zip	31
Подключение оборудования ввода-вывода	32
Загрузка и установка Raspbian	32
Устранение неполадок запуска Raspberry Pi	35
Старая добрая Linux	37
Командная оболочка (как же без нее)	37
Быстрое знакомство	38
Настройки, хранимые в текстовых файлах	39
sudo — это наше все	39
Подключение оборудования к Raspberry Pi	42
Привет всем! Мигание светодиодам	42
Построение электрической цепи	44
Две системы обозначения: функциональная и последовательная	45
Управление GPIO из командной оболочки	46
Запись в файл, минуя редактор	46
Управление светодиодом	47
Устранение неполадок	48

Управление портом GPIO без прав суперпользователя	50
Устранение неполадок при работе с GPIO	52
Управление GPIO из Python	53
Старый служака Python	53
Что дальше?	56
<b>Глава 2. Знакомство с Arduino</b>	57
Базовая настройка Arduino	58
Ubuntu Linux	58
Windows 7 и Windows 8	59
OS X	60
Приветствие светодиодом	60
Структура программы Arduino	61
Дополнительные модули: простота и удобство использования	62
<b>Глава 3. Расстояние</b>	65
Эксперимент: измерение расстояния ультразвуковым датчиком Ping	66
Подключение к Arduino и программа управления датчиком Ping	68
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком Ping	70
Эксперимент: измерение расстояния ультразвуковым датчиком HC-SR04	73
Подключение к Arduino и программа управления датчиком HC-SR04	73
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком HC-SR04	75
Расчет времени возвращения эхо-сигнала	77
Эксперимент в окружающей среде: невидимые объекты	79
Эксперимент в окружающей среде: обнаружение преград датчиком инфракрасного излучения	80
Подключение к Arduino и программа управления датчиком инфракрасного излучения	81
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком инфракрасного излучения	82
Эксперимент: инфракрасное зрение	83
Эксперимент в окружающей среде: слежение за перемещением объекта (составной датчик инфракрасного излучения)	85
Подключение к Arduino и программа управления составным датчиком инфракрасного излучения	87
Подключение к Raspberry Pi и программа управления составным датчиком инфракрасного излучения	89
Подключение библиотеки SpiDev	92
Другие варианты подключения датчика инфракрасного излучения к Raspberry Pi	93
Пилотный проект: контроль осанки (Arduino)	94
Получаемые навыки	95
Пьезоэлектрический зуммер	95

Сирена	97
Сочетание зуммера с инфракрасным датчиком	98
Заключение сигнализации в корпус	100
<b>Глава 4. Дым и газ</b>	<b>103</b>
Эксперимент: выявление дыма (аналоговый газовый датчик)	104
Подключение к Arduino и программа управления датчиком MQ-2	105
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком MQ-2	107
Эксперимент в окружающей среде: задымление помещения	108
Эксперимент: алкотестер (датчик уровня алкоголя MQ-303A)	110
Эксперимент в окружающей среде: жизнь без алкоголя	113
Пилотный проект: отправка извещения о задымленности по электронной почте	114
Получаемые навыки	114
Отправка электронных писем и извещений с помощью Python	115
Тестирование оборудования	115
Почтовый клиент	116
Трудности отправки извещений из Arduino	117
Программа отправки извещений из Raspberry Pi	117
Корпус для дымовой сигнализации	120
<b>Глава 5. Прикосновение</b>	<b>125</b>
Эксперимент: нажатие кнопки	126
Подтягивающий (нагрузочный) резистор	127
Подключение к Arduino и программа управления кнопкой	127
Подключение к Raspberry Pi и программа управления кнопкой	129
Эксперимент: микропереключатель	131
Подключение к Arduino и программа управления микропереключателем	131
Подключение к Raspberry Pi и программа управления микропереключателем	133
Эксперимент: потенциометр (переменный резистор)	135
Подключение к Arduino и программа управления потенциометром	136
Подключение к Raspberry Pi и программа управления потенциометром	137
Эксперимент: касание без прикосновения (емкостный датчик прикосновения QT113)	140
Подключение к Arduino и программа управления датчиком прикосновения QT113	141
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком прикосновения QT113	142
Эксперимент в окружающей среде: распознавание прикосновения через дерево	143
Эксперимент: почувствуй нажим (датчик FlexiForce)	144
Подключение к Arduino и программа управления датчиком FlexiForce	145

Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком FlexiForce	146
Эксперимент: создание собственного датчика прикосновения	148
Подключение к Raspberry Pi и программа управления собственным датчиком прикосновения	150
Пилотный проект: сенсорный звонок	151
Получаемые навыки	152
Сервоприводы	152
Подключение к Arduino и программа управления сенсорным звонком	158
Подключение сервопривода к звонку	160
<b>Глава 6. Движение</b>	<b>163</b>
Эксперимент: где верх, а где низ (датчик наклона)?	163
Подключение к Arduino и программа управления датчиком наклона	164
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком наклона	165
Эксперимент: вибродатчик, или цифровой датчик вибрации	166
Подключение к Arduino и программа управления датчиком вибрации	167
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком вибрации	168
Эксперимент: поверни до упора (датчик угла поворота)	170
Подключение к Arduino и программа управления кодовым датчиком угла поворота	171
Подключение к Raspberry Pi и программа управления кодовым датчиком угла поворота	172
Эксперимент: джойстик под большой палец (аналоговый двухкоординатный резистивный джойстик)	174
Подключение к Arduino и программа управления двухкоординатным джойстиком	176
Подключение к Raspberry Pi и программа управления джойстиком	177
Эксперимент в окружающей среде: вторая жизнь старого игрового контроллера	179
Эксперимент: охранная сигнализация (пассивный инфракрасный датчик движения)	181
Подключение к Arduino и программа управления охранной сигнализацией	181
Подключение к Raspberry Pi и программа управления охранной сигнализацией	183
Эксперимент в окружающей среде: взлом охранной сигнализации	185
Пилотный проект: электронная игра	188
Получаемые навыки	189
Подключение контроллеров	190
Корпус игрового контроллера	194
Автоматический запуск игры при загрузке Raspberry Pi	197
Запуск игры при регистрации	197
Автоматический вход	198

<b>Глава 7. Свет</b>	201
Эксперимент: обнаружение пламени (датчик пламени)	201
Подключение к Arduino и программа управления датчиком пламени	203
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком пламени	204
Эксперимент в окружающей среде: ярче пламя!	205
Эксперимент: увидеть свет (фоторезистор)	206
Подключение к Arduino и программа управления фоторезистором	208
Подключение к Raspberry Pi и программа управления фоторезистором	209
Эксперимент в окружающей среде: направленный свет	210
Эксперимент: следи за линией (детектор линий)	212
Подключение к Arduino и программа управления детектором линий	213
Подключение к Raspberry Pi и программа управления детектором линий	214
Эксперимент в окружающей среде: черное или белое?	215
Эксперимент в окружающей среде: все цвета радуги	218
Подключение к Arduino и программа управления датчиком цвета	219
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком цвета	221
Пилотный проект: цветовой купол	224
Получаемые навыки	224
RGB-светодиод	224
Масштабирование входных и выходных значений	231
Объединение программного кода	232
Корпус в виде полусферы	237
<b>Глава 8. Ускорение</b>	243
Ускорение и угловая скорость	244
Эксперимент: определение ускорения датчиком MX2125	244
Определение длительности импульса датчика MX2125	245
Подключение к Arduino и программа управления акселерометром	248
Подключение к Raspberry Pi и программа управления акселерометром	249
Эксперимент: совмещение акселерометра и гироскопа	250
Подключение к Arduino и программа управления устройством MPU 6050	252
Подключение к Raspberry Pi и программа управления устройством MPU 6050	258
Шестнадцатеричная, двоичная и другие системы счисления	262
Побитовые операции	266
Эксперимент в окружающей среде: подключение контроллера Wii Nunchuk к порту I <sup>2</sup> C	269
Подключение к Arduino и программа управления контроллером Wii Nunchuk	271
Подключение к Raspberry Pi и программа управления контроллером Wii Nunchuk	275
Пилотный проект: управление механическим манипулятором с помощью Wii Nunchuk	277

Получаемые навыки	277
Устройство механического манипулятора	282
<b>Глава 9. Идентификация</b>	<b>285</b>
Цифровая клавиатура	286
Подключение к Arduino и программа управления цифровой клавиатурой	287
Подключение к Raspberry Pi и программа управления цифровой клавиатурой	290
Эксперимент в окружающей среде: снимаем отпечатки пальцев	292
Дактилоскопический сканер GT-511C3	294
Подключение к Arduino Mega и программа управления дактилоскопическим сканером	296
Подключение к Raspberry Pi и программа управления дактилоскопическим сканером	302
Модуль радиочастотной идентификации ELB149C5M	308
Подключение к Arduino Mega и программа управления модулем радиочастотной идентификации	310
Подключение к Raspberry Pi и программа управления модулем радиочастотной идентификации	312
Пилотный проект: старинный сундук с современным замком	315
Получаемые навыки	316
Управление сундуком с сокровищами	316
Старинный сундук	316
Подключение к Arduino и программа управления сундуком с сокровищами	319
Кто или что ты?	324
<b>Глава 10. Электричество и магнетизм</b>	<b>325</b>
Эксперимент: определение напряжения и тока	325
Подключение к Arduino и программа управления датчиком тока/напряжения AttoPilot	327
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком тока/напряжения AttoPilot	329
Эксперимент: определение напряженности магнитного поля	330
Подключение к Arduino и программа управления датчиком Холла	331
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком Холла	333
Эксперимент: определение северного магнитного полюса компасом- акселерометром LSM303	334
Калибровка компаса	336
Подключение к Arduino и программа управления компасом LSM303	336
Подключение к Raspberry Pi и программа управления компасом LSM303	341

Рабочий протокол модуля LSM303	346
Вычисление направления по компасу	346
Эксперимент: переключатель на эффекте Холла	348
Подключение к Arduino и программа управления переключателем на эффекте Холла	349
Подключение к Raspberry Pi и программа управления переключателем на эффекте Холла	350
Пилотный проект: интернет-мониторинг рабочего напряжения фотоэлемента	352
Получаемые навыки	352
Подключение фотоэлемента	353
Создание веб-сервера на базе Raspberry Pi	356
Определение своего IP-адреса	356
Создание в Raspberry Pi домашней страницы	357
Подключение к Raspberry Pi и программа мониторинга рабочих параметров фотоэлемента	357
Отсроченные задания и планировщик cron	360
Что дальше?	361
<b>Глава 11. Звук</b>	<b>363</b>
Эксперимент: запись звука и настройка уровня громкости	363
Подключение к Arduino и программа управления микрофоном	364
Подключение к Raspberry Pi и программа управления микрофоном	365
Эксперимент в окружающей среде: услышать падение булавки	367
Пилотный проект: визуализация звука через HDMI-порт	368
Получаемые навыки	368
Включение последовательного порта в Raspberry Pi	368
Подключение к Raspberry Pi и программа визуализации звука	369
Быстрое преобразование Фурье	372
Что дальше?	374
<b>Глава 12. Погода и климат</b>	<b>377</b>
Эксперимент: насколько жарко в помещении?	377
Подключение к Arduino и программа управления температурным датчиком LM35	378
Подключение к Raspberry Pi и программа управления температурным датчиком LM35	380
Эксперимент в окружающей среде: изменение температуры	381
Эксперимент: определение влажности	382
Влажность выдыхаемого воздуха	383
Подключение к Arduino и программа управления датчиком DHT11	384
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком DHT11	386
Доступ к Arduino из Raspberry Pi	388

Датчик атмосферного давления GY65	389
Подключение к Arduino и программа управления датчиком GY65	391
Библиотеки Arduino	392
Описание библиотеки Arduino gy_65	393
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком GY65	398
Эксперимент в окружающей среде: автоматический полив (датчик влажности почвы)	401
Подключение к Arduino и программа управления датчиком влажности почвы	402
Подключение к Raspberry Pi и программа управления датчиком влажности почвы	403
Пилотный проект: прогноз погоды с выводом на электронную бумагу	404
Получаемые навыки	404
Подключение датчиков к Arduino и программа получения прогноза погоды	406
Эксперимент в окружающей среде: без источника питания	413
Хранение изображений в заголовочных файлах	414
Преобразование растровых файлов в программный код C	415
Корпус для метеостанции	417
<b>Приложение А. Краткий справочник     по командам Linux в Raspberry Pi</b>	421
<b>Предметный указатель</b>	423