*Эта книга посвящается моим любимым родителям*
*доктору Говинду Шекхару,*
*Суните Шекхар,*

*моей жене Шрути Шарме и моим сыновьям Арихану, Агастье*
*и моему брату Вайбхаву Шекхару,*
*а также всей большой семье Шекхар*

# Оглавление

Об авторе ..... 19
О технических рецензентах ..... 20
Признательности ..... 21
Предисловие ..... 22
От издательства ..... 26

**Глава 1. Введение в технологию облачно-ориентированного сетевого взаимодействия ..... 27**

Введение ..... 27
Содержание главы ..... 28
Определение понятия «облачная ориентированность» ..... 28
Выгоды облачно-ориентированной разработки ..... 28
Эра разработки программного обеспечения до появления облачно-ориентированного подхода ..... 30
Внедрение облачно-ориентированной разработки в основных отраслях ..... 30
Переход к облачно-ориентированной разработке ..... 33
Организационная культура и образ мышления ..... 33
Основы технологии облачно-ориентированного сетевого взаимодействия ..... 36
Определение облачно-ориентированного сетевого взаимодействия ..... 36
Популярные инструменты и технологии ..... 37
Выгоды технологии облачно-ориентированного сетевого взаимодействия ..... 39
Микросервисная архитектура и связанные с ней проблемы сетевого взаимодействия ..... 39
Проблемы сетевого взаимодействия в распределенных системах на базе микросервисов ..... 42
Платформы оркестровки контейнеров и их потребности в сетевом взаимодействии ..... 43
Обзор платформ оркестровки контейнеров ..... 43
Сетевые потребности платформ оркестровки контейнеров ..... 45
Роль программно-определяемых сетей в облачных средах ..... 47
Понимание программно-определяемых сетей ..... 48
Трудности и важные соображения ..... 50
Будущее SDN-сетей в облачно-ориентированных средах ..... 51
Введение в концепции сервисной сетки ..... 52
Понимание сервисных сеток ..... 52
Архитектура сервисной сетки ..... 53
Ключевые функциональные возможности сервисной сетки ..... 55

Выгоды от сервисной сетки ..... 57
Препятствия на пути внедрения сервисной сетки ..... 58
Популярные реализации сервисных сеток ..... 59
Заключение ..... 61

**Глава 2. Основы технологии eBPF ..... 62**

Введение ..... 62
Содержание главы ..... 62
История и развитие технологии eBPF ..... 63
Эволюция из BPF в eBPF ..... 63
Будущее технологии eBPF ..... 64
Ключевые концепции технологии eBPF ..... 64
Защищенность программ и их верификатор ..... 64
JIT-компиляция ..... 65
Точки прикрепления ..... 66
Эра разработки программного обеспечения до появления eBPF ..... 67
Ограниченная наглядность работы ядра и способности по трассировке ..... 67
Трудности в расширении функциональности ядра ..... 68
Последствия для безопасности ..... 69
Наблюдаемость и мониторинг производительности ..... 69
Внедрение технологии eBPF в крупнейших отраслях ..... 70
Ключевые отрасли, внедрившие технологию eBPF ..... 70
Интеграция среды исполнения eBPF с ядром Linux ..... 74
Среда исполнения eBPF: краткий обзор ..... 75
Интеграция с ядром Linux ..... 75
Образец исходного кода: простая программа eBPF ..... 76
Практические последствия интеграции eBPF с ядром ..... 77
Практический пример исходного кода: мониторинг системных вызовов execve ..... 77
Типы программ eBPF ..... 80
Программы eBPF для сетевого взаимодействия ..... 80
Программы eBPF для трассировки ..... 81
Программы eBPF для обеспечения безопасности ..... 82
Словари eBPF для хранения и обмена данными ..... 84
Понимание словарей eBPF ..... 84
Типы словарей eBPF ..... 84
Практические варианты использования словарей eBPF ..... 85
Пример исходного кода: использование словарей eBPF ..... 87
Преимущества и ограничения словарей eBPF ..... 88
Функциональные средства eBPF по обеспечению защищенности и безопасности ..... 88
Верификатор программ eBPF: обеспечение защищенности программ ..... 89
Компиляция «точно в срок» (JIT): балансировка результативности и безопасности ..... 89
Ограниченный контекст исполнения: минимизация эскалации привилегий ..... 90

Применение политик безопасности: интеграция с модулями безопасности Linux ... 90
Текущие разработки и будущие улучшения ... 91
Заключение ... 91

**Глава 3. Начало работы с Cilium ... 93**

Введение ... 93
Содержание главы ... 94
Обзор Cilium ... 94
Значимость технологии eBPF в Cilium ... 94
Ключевые функциональные возможности Cilium ... 96
Нативное для Kubernetes сетевое взаимодействие ... 96
Мелкозернистая сетевая безопасность ... 96
Интеграция сервисной сетки ... 97
Наблюдаемость и мониторинг ... 97
Высокая производительность и масштабируемость ... 98
Управление трафиком на базе технологии eBPF ... 98
Архитектура и компоненты Cilium ... 99
Обзор ... 100
Основные компоненты ... 100
Агент Cilium ... 100
Пример исходного кода: установка агента Cilium с помощью менеджера пакетов Helm ... 101
Программы eBPF ... 101
Пример исходного кода: балансировка нагрузки на базе eBPF ... 102
CNI-плагин Cilium ... 102
Пример исходного кода: конфигурирование CNI ... 103
Система обеспечения распределенной наблюдаемости Hubble ... 103
Пример исходного кода: активация системы Hubble ... 104
Оператор Cilium ... 104
Ключевые точки конфигурации ... 106
Замена сетевого компонента kube-proxy ... 106
Пример исходного кода: активация полной замены сетевого компонента kube-proxy ... 107
Методы установки Cilium: консольная утилита Kubectl, менеджер пакетов Helm и оператор ... 107
Установка Cilium с помощью консольной утилиты Kubectl ... 107
Установка Cilium с помощью менеджера пакетов Helm ... 108
Установка Cilium с оператором ... 110
Cilium: базовые опции конфигурирования и индивидуальной настройки ... 111
Базовое конфигурирование Cilium ... 112
Балансировка нагрузки в Cilium ... 112
Шифрование с помощью Cilium ... 113
Конфигурирование eBPF в Cilium ... 113
Индивидуализация политик Cilium ... 113
Мониторинг и поиск неисправностей с помощью eBPF ... 114
Продвинутая индивидуальная настройка с использованием eBPF ... 115

Интеграция Cilium с Kubernetes ..... 115
Проверка установки ..... 116
Лучшие образцы практики использования Cilium с Kubernetes ..... 116
Написание и применение сетевых политик Cilium ..... 116
Пример 1: создание базовой сетевой политики ..... 116
Пример 2: сетевые политики L7 с помощью Cilium ..... 117
Продвинутая конфигурация: сервисная сетка Cilium ..... 118
Заключение ..... 118

**Глава 4. Продвинутые функциональные возможности Cilium ..... 120**

Введение ..... 120
Содержание главы ..... 121
Многокластерное сетевое взаимодействие с помощью кластерной сетки ..... 121
Ключевые концепции кластерной сетки ..... 121
Архитектура кластерной сетки ..... 123
Предварительные требования ..... 124
Пошаговое руководство по настройке кластерной сетки ..... 124
Межкластерные сетевые политики ..... 126
Наглядность протоколов и применение политик в слое L7 с помощью Cilium ..... 127
Повышение наглядности и применение политик в слое L7 в регулируемых отраслях ..... 127
Ключевые концепции наглядности и применения политик в слое L7 ..... 128
Выгоды от наглядности и применения политик в слое L7 ..... 128
Поддерживаемые протоколы ..... 129
Пошаговое руководство по обеспечению наглядности и политик в слое L7 ..... 129
Наблюдение за трафиком L7 с помощью системы Hubble ..... 132
Прозрачное шифрование с использованием механизма шифрования WireGuard в Cilium ..... 133
Ключевые концепции прозрачного шифрования посредством механизма шифрования по протоколу WireGuard ..... 134
Выгоды от использования протокола WireGuard с Cilium ..... 135
Интеграция протокола WireGuard в платформу Cilium: как она работает ..... 135
Варианты использования шифрования по протоколу WireGuard ..... 136
Cilium в качестве плоскости данных для сервисной сетки и балансировка нагрузки ..... 136
Cilium в качестве плоскости данных в сервисной сетке ..... 137
Возможности сервисной сетки Cilium ..... 137
Балансировка нагрузки с помощью Cilium ..... 139
Продвинутые функциональные возможности балансировки нагрузки с помощью XDP ..... 140

Архитектура и развертывание системы обеспечения распределенной наблюдаемости Hubble ..... 140
Архитектура Hubble ..... 141
Поток данных в Hubble ..... 142
Метрики и функциональные возможности по обеспечению наблюдаемости в Hubble ..... 143
Продвинутая наблюдаемость с помощью веб-интерфейса Hubble и трассировки на базе eBPF ..... 144
Трассировка на основе технологии eBPF: высокопроизводительная наблюдаемость ..... 145
Заключение ..... 145

**Глава 5. Программирование на базе технологии eBPF для облачно-ориентированных сред ..... 147**

Введение ..... 147
Содержание главы ..... 148
Написание и компиляция программ eBPF для облачно-ориентированных вариантов использования ..... 148
Понимание архитектуры технологии eBPF ..... 148
Написание простой программы eBPF ..... 149
Компиляция программы eBPF ..... 150
Лучшие образцы практики программирования eBPF в облачно-ориентированных системах ..... 150
Настройка среды разработки на базе технологии eBPF ..... 151
Версия ядра Linux ..... 151
Компилятор Clang/LLVM ..... 151
Утилита bpftool и стандартная библиотека libbpf ..... 151
Заголовочные файлы ядра и библиотеки для разработки ..... 152
Настройка виртуальных машин или контейнеров ..... 152
Использование технологии BPF CO-RE ..... 152
Устройство технологии BPF CO-RE ..... 153
Ключевые выгоды от технологии CO-RE ..... 153
Выгоды от технологии CO-RE по сравнению с традиционными подходами ..... 153
Использование метода CO-RE со стандартной библиотекой libbpf ..... 154
Взаимодействие между пространством пользователя и пространством ядра ..... 154
Пространство ядра и пространство пользователя: линия раздела ..... 155
eBPF: мостовое соединение между пространством пользователя и пространством ядра ..... 155
Механизмы взаимодействия ..... 155
Варианты использования в облачно-ориентированных средах ..... 156
Лучшие образцы практики организации взаимодействия ..... 156
Распространенные ловушки при обращении к данным уровня ядра из пространства пользователя ..... 157
Распространенные библиотеки и инструменты технологии eBPF (libbpf, BCC) ..... 158

Библиотека libbpf: облегченный и эффективный инструмент ..... 158
Фреймворк BCC (BPF Compiler Collection): всесторонний и высокоуровневый инструментарий ..... 160
Ключевые различия ..... 161
Когда использовать библиотеку libbpf и фреймворк BCC ..... 161
Интеграция технологии eBPF с контейнерными средами исполнения и оркестровщиками ..... 162
Оптимизация сетевого взаимодействия с помощью технологии eBPF ..... 162
Методы усиления безопасности ..... 163
Наблюдаемость и трассировка ..... 163
Варианты использования в Kubernetes ..... 163
Реализация конкретно-прикладных сетевых функций и политик ..... 164
Конкретно-прикладные сетевые функции с помощью технологии eBPF ..... 164
Динамическое применение политик ..... 165
Варианты использования в облачно-ориентированных средах ..... 167
Повышение наблюдаемости в распределенных системах ..... 167
Важность наблюдаемости в распределенных средах ..... 167
Повышение наблюдаемости с помощью технологии eBPF ..... 168
Трудности обеспечения наблюдаемости в распределенных средах ..... 168
Инструменты технологии eBPF для обеспечения наблюдаемости ..... 169
Варианты использования наблюдаемости на базе eBPF в распределенных средах ..... 169
Лучшие образцы практики реализации наблюдаемости с помощью технологии eBPF ..... 170
Обеспечение безопасности и обнаружение угроз с помощью технологии eBPF ..... 170
Технология eBPF для усиления безопасности и обнаружения угроз ..... 170
Усиление безопасности с помощью технологии eBPF ..... 171
Обнаружение угроз с помощью технологии eBPF ..... 172
Аудит безопасности в реальном времени и журналирование ..... 173
Интеграция с облачно-ориентированными инструментами обеспечения безопасности ..... 174
Заключение ..... 174

**Глава 6. Внутреннее устройство Cilium ..... 176**

Введение ..... 176
Содержание главы ..... 176
Архитектура пути прохождения данных eBPF в Cilium ..... 177
Обзор пути прохождения данных eBPF в Cilium ..... 177
Точки перехвата и точки прикрепления eBPF ..... 177
Применение сетевых политик с использованием технологии eBPF ..... 179
Словари eBPF в Cilium для хранения состояния и обмена данными ..... 180
Выгоды архитектуры пути прохождения данных eBPF в Cilium ..... 180
Программы XDP для ранней обработки пакетов ..... 181
Принцип работы ускоренного пути прохождения данных (XDP) ..... 181

Базовая структура программы XDP ..... 182
Продвинутый пример программы XDP: балансировка нагрузки ..... 183
Выгоды от использования ускоренного пути прохождения данных для ранней обработки пакетов ..... 184
Программы управления трафиком в Cilium ..... 185
Обзор управления трафиком в архитектуре Cilium ..... 185
Базовая структура программы по управлению трафиком ..... 186
Продвинутый вариант использования: перенаправление пакетов с использованием программы управления трафиком ..... 187
Применение сетевых политик с помощью программ управления трафиком ..... 188
Преимущества использования программ управления трафиком в Cilium ..... 189
Компоненты плоскости управления в Cilium и их роли ..... 190
Агент Cilium ..... 190
Оператор Cilium ..... 191
Ресурс DaemonSet Cilium ..... 193
Поток взаимодействия ..... 195
Командная оболочка Cilium ..... 195
Система Hubble Cilium ..... 196
Интеграция с контейнерными средами исполнения и интерфейсом контейнерной сети (CNI) ..... 196
Понимание интерфейса контейнерной сети и сред исполнения контейнеров ..... 197
Архитектура CNI-плагина Cilium ..... 197
Интеграция с containerd ..... 198
Конфигурирование сетевого пространства имен и точек прикрепления eBPF ..... 200
Реализация управления IP-адресами (IPAM) ..... 201
Преимущества интеграции Cilium с интерфейсом контейнерной сети (CNI) ..... 202
Заключение ..... 203

**Глава 7. Обеспечение безопасности с помощью Cilium и технологии eBPF ..... 204**

Введение ..... 204
Содержание главы ..... 204
Модель сетевых политик и их применение ..... 205
Понимание модели сетевых политик Cilium ..... 205
Определение сетевых политик Cilium ..... 205
Применение политик с помощью технологии eBPF ..... 206
Продвинутое применение политик: фильтрация на основе идентичности ..... 207
Мониторинг и наблюдение за применением политик ..... 208
Безопасность на основе идентичности и межсервисная аутентификация ..... 208

Понимание безопасности на основе идентичности ..... 209
Прикрепление идентичностей в Cilium ..... 209
Обеспечение безопасности на основе идентичности с помощью технологии eBPF ..... 210
Межсервисная аутентификация ..... 211
Динамические обновления политик ..... 212
Детали реализации прозрачного шифрования ..... 213
Архитектура прозрачного шифрования в Cilium ..... 213
Протоколы шифрования: IPsec и WireGuard ..... 214
Конфигурирование прозрачного шифрования в Cilium ..... 214
Управление ключами и их распределение ..... 215
Реализация шифрования с помощью технологии eBPF ..... 215
Устранение типичных неполадок в конфигурациях шифрования ..... 216
Наблюдение за зашифрованным трафиком и управление им ..... 217
Вопросы производительности и оптимизация ..... 217
Обеспечение безопасности на этапе исполнения с помощью инструмента Tetragon ..... 218
Обзор модели обеспечения безопасности на этапе исполнения в инструменте Tetragon ..... 219
Стержневые компоненты инструмента Tetragon ..... 219
Мониторинг и контроль над системными вызовами ..... 220
Мониторинг и контроль сетевой активности ..... 221
Реально-временное применение политик с помощью инструмента Tetragon ..... 222
Обнаружение аномалий и интеграция с лентами киберугроз ..... 223
Интеграция с инструментами мониторинга и системами управления информацией / событиями безопасности ..... 224
Способности Cilium по соблюдению требований информационной безопасности и аудиторской проверке ..... 224
Роль соблюдения требований информационной безопасности и аудиторской проверки в облачно-ориентированных средах ..... 225
Реально-временная аудиторская проверка с помощью инструмента Tetragon ..... 225
Аудиторская проверка сетевого доступа с помощью системы Hubble ... 227
Контроль и аудиторская проверка доступа к файлам ..... 228
Интеграция с инструментами управления информацией/событиями безопасности и соблюдения требований информационной безопасности ..... 229
Заключение ..... 230

**Глава 8. Наблюдаемость и мониторинг ..... 231**

Введение ..... 231
Содержание главы ..... 232
Наглядность и журналирование потоков с помощью системы Hubble ..... 232
Понимание модели наглядности потоков, принятой в системе Hubble .... 232
Настройка журналирования потоков с помощью системы Hubble ..... 233
Захват сетевых потоков и наблюдение за ними ..... 233

Сбор метрик потоков с помощью системы Hubble ..... 234
Аудиторская проверка и соблюдение требований информационной безопасности с помощью журналов потоков ..... 235
Визуализация сетевых потоков с помощью веб-интерфейса системы Hubble ..... 235
Мониторинг производительности с использованием технологии eBPF ..... 236
Преимущества технологии eBPF в мониторинге производительности ..... 237
Мониторинг использования ресурсов ЦП с помощью технологии eBPF ..... 237
Мониторинг сетевого запаздывания с помощью технологии eBPF ..... 238
Мониторинг использования памяти с помощью технологии eBPF ..... 240
Мониторинг дискового ввода-вывода с помощью технологии eBPF ..... 241
Интеграция с системой мониторинга и оповещения Prometheus для сбора метрик ..... 242
Обзор интеграции Cilium и системы Prometheus ..... 242
Выставление метрик Cilium перед системой Prometheus ..... 243
Конфигурирование системы Prometheus под сбор метрик Cilium ..... 244
Визуализация метрик с помощью информационных панелей платформы Grafana ..... 244
Настройка оповещений для метрик Cilium ..... 245
Мониторинг сетевых политик и соблюдения требований информационной безопасности ..... 246
Визуализация данных Cilium с помощью информационных панелей платформы Grafana ..... 246
Настройка платформы Grafana для визуализации метрик Cilium ..... 247
Ключевые метрики Cilium для информационных панелей Grafana ..... 248
Создание панелей платформы Grafana для метрик Cilium ..... 248
Создание конкретно-прикладной информационной панели платформы Grafana для данных Cilium ..... 250
Настройка оповещений в платформе Grafana для метрик Cilium ..... 250
Использование режима обследования в платформе Grafana для разового анализа ..... 251
Распределенная трассировка в микросервисных средах ..... 252
Понимание распределенной трассировки ..... 253
Реализация распределенной трассировки с помощью инструментов OpenTelemetry и Jaeger ..... 254
Захват и просмотр трасс с помощью системы Jaeger ..... 256
Инструментирование HTTP-запросов между сервисами ..... 256
Анализ распределенных трасс в целях оптимизации производительности ..... 257
Продвинутые методы трассировки: асинхронная трассировка и распространение контекста ..... 257
Заключение ..... 258

**Глава 9. Балансировка нагрузки и обнаружение сервисов ..... 260**

Введение ..... 260
Содержание главы ..... 260

Функциональность Cilium по замене сетевого компонента Kube-Proxy.... 260
Обзор замены сетевого компонента Kube-Proxy Cilium..... 261
Активация замены сетевого компонента Kube-Proxy Cilium..... 261
Управление балансировкой нагрузки сервисов ..... 262
Режим прямого возврата с сервера (DSR) ..... 263
Наблюдение за балансировкой нагрузки и метриками..... 264
Выгоды от замены сетевого компонента Kube-Proxy Cilium ..... 264
Режим прямого возврата с сервера (DSR) для эффективной балансировки нагрузки..... 265
Принцип работы прямого возврата с сервера в Cilium ..... 265
Активация режима прямого возврата с сервера в Cilium..... 265
Выгоды режима прямого возврата с сервера ..... 266
Глобальная балансировка нагрузки сервисов между кластерами ..... 266
Ключевые компоненты глобальной балансировки нагрузки сервисов в Cilium ..... 267
Выгоды глобальной балансировки нагрузки..... 268
Наблюдение за распределением глобального трафика..... 268
Балансировка нагрузки в слое L7 для HTTP, gRPC и Kafka..... 268
Балансировка трафика протокола HTTP в слое L7 ..... 269
Балансировка нагрузки в слое L7 для фреймворка gRPC ..... 270
Балансировка нагрузки в слое L7 для платформы Kafka ..... 270
Наблюдение за трафиком в слое L7 с помощью системы Hubble ..... 271
Выгоды балансировки нагрузки в слое L7 ..... 271
Механизмы обнаружения сервисов в Cilium ..... 272
Интеграция со встроенным в Kubernetes сервисом CoreDNS ..... 272
Ресурс EndpointSlices для масштабируемого обнаружения сервисов..... 273
Обнаружение сервисов на базе технологии eBPF..... 273
Многокластерное обнаружение сервисов ..... 273
Заключение..... 274

**Глава 10. Оптимизация производительности ..... 276**

Введение..... 276
Содержание главы ..... 276
Методы оптимизации программ eBPF..... 277
Эффективное использование словарей eBPF ..... 277
Настройка производительности пути прохождения данных в Cilium ..... 278
Оптимизация исполнения программ eBPF ..... 278
Тонкая настройка балансировки нагрузки..... 279
Снижение процессорных накладных расходов..... 279
Мониторинг и масштабирование..... 280
Методы обхода ядра ..... 280
Обзор метода AF_XDP..... 281
Варианты использования метода AF_XDP..... 281
Выгоды методов обхода ядра ..... 281
Инструменты и методики сравнительного тестирования ..... 282
Методики сравнительного тестирования..... 282
Ключевые инструменты сравнительного тестирования ..... 283

Примеры конфигурирования ..... 283
Выбор инструмента по варианту использования ..... 285
Сравнение производительности с другими решениями по сетевому взаимодействию ..... 285
Ключевые метрики для сравнения ..... 286
Методика нагрузочного тестирования ..... 286
Нагрузочное тестирование ..... 286
Наблюдаемость и функциональные возможности ..... 287
Сценарии использования ..... 288
Заключение ..... 288

**Глава 11 Поиск неполадок и отладка ..... 290**

Введение ..... 290
Содержание главы ..... 291
Инструменты командной оболочки Cilium для проведения диагностики 291
Инспектирование статуса агента Cilium ..... 291
Отладка сетевых политик ..... 292
Трассировка сетевого трафика ..... 292
Валидация соединений в кластере ..... 293
Сброс и очистка состояния ..... 293
Отладка программ eBPF с помощью специализированной утилиты bpftool ..... 294
Вывод списка загруженных программ eBPF ..... 294
Инспектирование словарей eBPF ..... 294
Трассировка исполнения программы ..... 295
Анализ производительности программы ..... 295
Отладка отказов при загрузке программы ..... 296
Распространенные проблемы развертывания Cilium и их решения ..... 296
Поды Cilium застряли в состоянии CrashLoopBackOff или ожидания .... 297
Cilium не может подсоединиться к распределенному хранилищу etcd..... 297
Не применяются сетевые политики ..... 298
Не работает функциональность наблюдаемости системы Hubble в Cilium ..... 299
Методы устранения неполадок в сетевых политиках ..... 300
Выявление и устранение узких мест в производительности ..... 301
Заключение ..... 303

**Глава 12. Расширенные варианты использования ..... 304**

Введение ..... 304
Содержание главы ..... 304
Cilium для виртуальных машин и физических серверов ..... 305
Ключевые функциональные возможности и варианты использования ..... 305
Примеры развертывания ..... 306
Технология eBPF в бессерверных средах и средах «функция как сервис» ..... 307
Ключевые функциональные возможности и варианты использования ... 307
Примеры развертывания ..... 308

Сценарии периферийных вычислений с использованием Cilium ..... 309
Ключевые функциональные возможности и варианты использования ..... 310
Примеры развертывания ..... 310
Конкретно-прикладные программы eBPF для специализированных вариантов использования ..... 312
Ключевые функциональные возможности и варианты использования ..... 312
Интеграция Cilium с плоскостями управления в сервисных сетках ..... 314
Ключевые функциональные возможности и выгоды ..... 314
Преимущества использования Cilium с сервисной сеткой ..... 315
Заключение ..... 315

**Глава 13. Будущее облачно-ориентированного сетевого взаимодействия с использованием технологии eBPF ..... 317**

Введение ..... 317
Содержание главы ..... 318
Новейшие варианты использования технологии eBPF в областях сетевого взаимодействия и обеспечения безопасности ..... 318
Варианты использования в области сетевого взаимодействия ..... 318
Варианты использования в области обеспечения кибербезопасности ..... 319
Ключевые выгоды от новейших вариантов использования технологии eBPF ..... 320
Текущая разработка и дорожная карта развития Cilium ..... 321
Ключевые области текущей разработки ..... 321
Основные направления будущей дорожной карты ..... 322
Приоритетные области ..... 323
Каденция релизов ..... 324
Влияние технологии eBPF на развитие ядра Linux в будущем ..... 324
Ключевые аспекты влияния технологии eBPF на будущую разработку ядра ..... 324
Будущие направления технологии eBPF в разработке ядра ..... 325
Замена традиционных модулей ядра на программы eBPF ..... 326
Потенциальные инициативы по стандартизации технологии eBPF ..... 327
Ключевые области стандартизации ..... 327
Преимущества стандартизации ..... 328
Трудности стандартизации ..... 328
Усилия по обеспечению кросс-платформенной совместимости ..... 329
Интеграция с передовыми облачно-ориентированными технологиями ..... 329
Ключевые области интеграции ..... 329
Преимущества интеграции ..... 331
Интеграция технологии eBPF с фреймворком OpenTelemetry ..... 331
Заключение ..... 333

**Дополнение A. Руководство по устранению неполадок ..... 334**
Распространенные проблемы и их решения ..... 334
Инструменты и методы отладки ..... 335
Анализ производительности ..... 336
Анализ журналов ..... 336
Ключевые методы ..... 337
Ресурсы сообщества ..... 337
Ключевые каналы сообщества ..... 338

**Дополнение B. Инструменты и утилиты ..... 339**
Справочник инструментов командной оболочки ..... 339
Инструменты разработки ..... 340
Фреймворки тестирования ..... 340
Инструменты измерения производительности ..... 341
Административные утилиты ..... 341

# Об авторе

Гаурав Шекхар – опытный технологический лидер и видный инженер с более чем 20-летним стажем в индустрии финансовых технологий. В настоящее время он занимает должность вице-президента и директора по разработке платформ в одном из крупнейших финансовых институтов США. В этой роли он руководит трансформацией платформы предприятия в облачно-ориентированную архитектуру, используя инфраструктуру публичных облаков для повышения масштабируемости, безопасности и производительности. Гаурав курирует критически важные инициативы, включая проектирование инфраструктуры, модернизацию архитектуры и внедрение конвейеров CI/CD, что обеспечивает беспрепятственную миграцию API и пользовательских интерфейсов в облако.

Начав свою карьеру в качестве разработчика программного обеспечения, Гаурав уверенно прошел путь до ключевых руководящих должностей, внеся значительный вклад в развитие компаний из списка Fortune 200. Получив высшее образование в области вычислительных наук и инженерии, он заложил прочный технический фундамент, который определил его страсть к программированию, решению сложных задач и инновациям. За годы работы Гаурав стал доверенным советником и движущей силой технологической модернизации в финансовом секторе.

Гаурав является почетным старшим членом журнала IEEE USA, где он опубликовал множество научных работ и статей. Он также является заслуженным членом Ассоциации вычислительной техники (ACM) – одного из самых престижных в мире сообществ, занимающихся исследованиями и инновациями в области вычислительных наук. Гаурав активно способствует развитию технологий и образования, выступая советником в различных учреждениях и делясь своими знаниями через профиль в Google Scholar. Кроме того, он занимает пост председателя программ профессиональной осведомленности студентов (SPA) в отделении IEEE в Чикаго, наставляя следующее поколение технологов и лидеров.

Гаурав неоднократно подтверждал свой экспертный уровень, выступая судьей на известных хакатонах, таких как OHI/O Hackathon, где он оценивал инновационные идеи и проекты. Он также выступал рецензентом технических статей для журнала IEEE, обеспечивая строгость и качество научных публикаций. Примечательно, что он удостоился чести быть судьей в престижной программе, спонсируемой NASA, что подчеркивает его стремление к поддержке совершенства в области науки и технологий.

# О технических рецензентах

Арун Мишра – опытный отраслевой лидер, корпоративный архитектор и эксперт по облачной безопасности с более чем 15-летним стажем в реализации трансформационных инициатив в области архитектуры предприятий, миграции в облако и цифровой трансформации. Он специализируется на модернизации критически важных систем и разработке защищенных высокодоступных решений, которыми пользуются миллионы людей по всему миру. Его глубокая экспертиза в облачных платформах, таких как AWS, привела к значительным результатам, включая экономию более 30 млн долл. за счет стратегического внедрения облачных технологий и повышения операционной эффективности. Среди его заметных достижений – модернизация платежных платформ с большим объемом транзакций, оптимизация времени отклика API и руководство крупномасштабными миграциями данных в облачную инфраструктуру.

Помимо технической реализации, Арун является признанным экспертом, который синхронизирует технологии с бизнес-результатами, интегрируя AI/ML для автоматизации и инноваций. Будучи сертифицированным профессионалом в AWS, Azure и Google Cloud, он сочетает глубокие технические познания с видением архитектур, готовых к вызовам будущего. Он также активно занимается наставничеством ИТ-специалистов и вносит вклад в развитие широкого технологического сообщества через выступления и партнерства.

Анил Кумар Мока – выдающийся технологический лидер и сертифицированный архитектор решений AWS, который трансформировал подходы к безопасности данных и облачной инфраструктуре в крупнейших финансовых институтах Америки. В качестве ведущего инженера-программиста он разрабатывает решения корпоративного масштаба, которые защищают конфиденциальные данные более 100 млн клиентов, обеспечивая при этом существенную операционную эффективность. Обладая более чем 18-летним опытом в области инженерии данных и безопасности, Анил возглавил ряд революционных инициатив, сформировавших будущее финансовой индустрии. Будучи уважаемым экспертом в технологическом сообществе, Анил активно публикуется на престижных платформах, включая Forbes.com, DZone (DR 85) и Red-Gate Simple-Talk (DR 78), подготовив более 10 рецензируемых статей по вопросам безопасности данных и облачной архитектуры.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru