

УДК 62  
ББК 32.972  
Р64

**Розенталь К., Джонс Н.**

Р64 Хаос-инжиниринг / пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 284 с.: ил.

**ISBN 978-5-97060-796-1**

Хаос-инжиниринг – относительно новое, однако уже широко востребованное направление в разработке ПО. Тысячи компаний разных размеров и разного уровня развития используют этот метод в качестве основного инструмента тестирования и контроля, чтобы сделать свои продукты и услуги более безопасными и надежными.

Эта книга охватывает историю рождения хаос-инжиниринга, фундаментальные теории, лежащие в его основе, определения и принципы, примеры реализации в масштабных вычислительных системах, примеры за пределами традиционного программного обеспечения, а также возможные перспективы развития подобных практик. Реальные истории от отраслевых экспертов из Google, Microsoft, Slack, LinkedIn и других компаний помогут читателю оценить преимущества хаос-инжиниринга во всей полноте.

Издание предназначено для разработчиков и инженеров по эксплуатации, стремящихся повысить устойчивость сложных корпоративных систем для достижения бизнес-целей.

УДК 62  
ББК 32.972

Authorized Russian translation of the English edition of Chaos Engineering © 2021 by DMK Press. This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to publish and sell the same.

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

ISBN 978-1-492-04386-7 (англ.)  
ISBN 978-5-97060-796-1 (рус.)

© Casey Rosenthal and Nora Jones, 2020  
© Оформление, издание, перевод,  
ДМК Пресс, 2021

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>12</b>
<b>Введение. Рождение хаос-инжиниринга .....</b>	<b>15</b>
<b>Часть I. ОБЗОР ПОЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>23</b>
<b>Глава 1. Знакомьтесь: сложные системы.....</b>	<b>24</b>
1.1. Размышления о сложности .....	24
1.2. Столкновение со сложностью.....	26
1.2.1. Несоответствие между бизнес-логикой и логикой приложения .....	26
1.2.2. Лавина повторных запросов пользователей.....	29
1.2.3. Замораживание кода на праздники.....	33
1.3. Противодействие сложности.....	36
1.3.1. Случайная сложность.....	36
1.3.2. Намеренная сложность.....	37
1.4. Принятие сложности.....	39
<b>Глава 2. Навигация по сложным системам .....</b>	<b>41</b>
2.1. Динамическая модель безопасности.....	41
2.1.1. Экономика .....	42
2.1.2. Нагрузка.....	42
2.1.3. Безопасность .....	42
2.2. Экономические факторы сложности .....	44
2.2.1. Состояния .....	45
2.2.2. Отношения .....	45
2.2.3. Окружение .....	45
2.2.4. Обратимость.....	46
2.2.5. Экономические факторы сложности и программное обеспечение ....	46
2.3. Системный подход.....	47
<b>Глава 3. Обзор принципов хаос-инжиниринга .....</b>	<b>49</b>
3.1. Что такое хаос-инжиниринг.....	49
3.1.1. Эксперименты или тестирование? .....	50
3.1.2. Функциональный контроль или аттестация? .....	51
3.2. Чем не является хаос.....	52
3.2.1. Разрушающее тестирование производства.....	52
3.2.2. Антихрупкость.....	53
3.3. Ключевые принципы хаос-инжиниринга .....	54
3.3.1. Построение гипотезы о стабильном поведении.....	54
3.3.2. Моделирование различных событий реального мира .....	55
3.3.3. Выполнение экспериментов на производстве .....	56

3.3.4. Автоматизация непрерывного запуска экспериментов .....	56
3.3.5. Минимизация радиуса поражения .....	57
3.4. Будущее «Принципов» .....	59

## **Часть II. ПРИНЦИПЫ ХАОСА В ДЕЙСТВИИ..... 61**

### **Глава 4. Slack и островок спокойствия среди хаоса ..... 63**

4.1. Настройка методов хаоса под свои нужды.....	64
4.1.1. Подходы к проектированию старых систем .....	64
4.1.2. Подходы к проектированию современных систем .....	65
4.1.3. Предварительная подготовка отказоустойчивости.....	65
4.2. Disasterpiece Theater .....	66
4.2.1. Цели экспериментов.....	67
4.2.2. Антицели .....	67
4.3. Процесс проверки по шагам.....	68
4.3.1. Подготовка эксперимента .....	68
4.3.2. Эксперимент.....	71
4.3.3. Подведение итогов.....	74
4.4. Как развивался Disasterpiece Theater.....	74
4.5. Как получить одобрение руководства .....	75
4.6. Результаты.....	76
4.6.1. Избегайте несогласованности кеша.....	76
4.6.2. Пробуйте и еще раз пробуйте .....	77
4.6.3. Невозможность как результат .....	77
4.7. Вывод.....	78

### **Глава 5. Google DiRT: тестирование аварийного восстановления ..... 79**

5.1. Жизненный цикл теста DiRT .....	81
5.1.1. Правила взаимодействия .....	82
5.1.2. Что следует проверить .....	86
5.1.3. Как выполнить тестирование.....	93
5.1.4. Сбор результатов.....	95
5.2. Объем тестов в Google.....	96
5.3. Вывод .....	99

### **Глава 6. Вариативность и приоритеты экспериментов в Microsoft ..... 101**

6.1. Почему все так сложно? .....	101
6.1.1. Пример неожиданных осложнений .....	102
6.1.2. Простая система – лишь вершина айсберга .....	103
6.2. Категории результатов эксперимента.....	104
6.2.1. Известные события / непредвиденные последствия .....	105
6.2.2. Неизвестные события / неожиданные последствия.....	106
6.3. Расстановка приоритетов отказов.....	107
6.3.1. Исследуйте зависимости .....	108

6.4. Глубина варьирования .....	109
6.4.1. Вариативность отказов .....	109
6.4.2. Объединение вариативности и расстановки приоритетов .....	111
6.4.3. Расширение вариативности до зависимостей .....	111
6.5. Развертывание масштабных экспериментов .....	112
6.6. Вывод .....	113

## **Глава 7. Как LinkedIn заботится о пользователях .....**

7.1. Учиться на примерах катастроф .....	116
7.2. Детализованные эксперименты .....	117
7.3. Масштабные, но безопасные эксперименты .....	119
7.4. На практике: LinkedOut .....	120
7.4.1. Режимы отказа .....	121
7.4.2. Использование LiX для нацеливания экспериментов .....	123
7.4.3. Браузерное расширение для быстрых экспериментов .....	126
7.4.4. Автоматизированные эксперименты .....	128
7.5. Вывод .....	130

## **Глава 8. Развитие хаос-инжиниринга в Capital One .....**

8.1. Практический опыт Capital One .....	132
8.1.1. Слепое тестирование устойчивости .....	132
8.1.2. Переход к хаос-инжинирингу .....	133
8.1.3. Хаос-эксперименты в CI/CD .....	134
8.2. Чего нужно остерегаться при разработке эксперимента .....	135
8.3. Инструментарий .....	136
8.4. Структура команды .....	137
8.5. Продвижение хаос-инжиниринга .....	139
8.6. Вывод .....	139

## **Часть III. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ .....**

### **Глава 9. Формирование предвидения .....**

9.1. Хаос-инжиниринг и отказоустойчивость .....	144
9.2. Этапы рабочего цикла хаос-инжиниринга .....	144
9.2.1. Разработка эксперимента .....	145
9.3. Инструменты для разработки хаос-экспериментов .....	146
9.4. Эффективное внутреннее партнерство .....	148
9.4.1. Организация рабочих процедур .....	149
9.4.2. Обсуждение предмета эксперимента .....	151
9.4.3. Построение гипотезы .....	152
9.5. Вывод .....	154

### **Глава 10. Гуманистический хаос .....**

10.1. Люди в системе .....	156
10.1.1. Значение человека в социотехнических системах .....	157
10.1.2. Организация – это система систем .....	158

10.2. Инженерно-адаптивный потенциал .....	158
10.2.1. Обнаружение слабых сигналов .....	159
10.2.2. Неудача и успех, две стороны одной монеты.....	160
10.3. Применение принципов хаос-инжиниринга на практике .....	160
10.3.1. Построение гипотезы .....	161
10.3.2. Варьирование событий реального мира .....	161
10.3.3. Минимизация радиуса поражения .....	162
10.3.4. Пример 1: игровые дни.....	163
10.3.5. Коммуникации и сетевая задержка в организациях .....	165
10.3.6. Пример 2: связь между точками .....	166
10.3.7. Лидерство как новое свойство системы .....	169
10.3.8. Пример 3: изменение базового предположения .....	170
10.3.9. Безопасная организация хаоса .....	172
10.3.10. Все, что вам нужно, – это высота и направление .....	173
10.3.11. Замыкайте петли обратной связи.....	173
10.3.12. Если вы не ошибаетесь, вы не учитесь .....	174

## **Глава 11. Роль человека в системе..... 175**

11.1. Эксперименты: почему, как и когда .....	176
11.1.1. Почему .....	176
11.1.2. Как.....	177
11.1.3. Когда.....	178
11.1.4. Распределение функций, или Каждый хорош по-своему .....	179
11.1.5. Миф замещения .....	181
11.2. Вывод .....	183

## **Глава 12. Проблема выбора эксперимента и ее решение ..... 184**

12.1. Выбор экспериментов.....	184
12.1.1. Случайный поиск .....	186
12.1.2. Настало время экспертов.....	186
12.2. Наблюдаемость системы .....	191
12.2.1. Наблюдаемость и интуиция .....	192
12.3. Вывод .....	194

## **Часть IV. ФАКТОРЫ БИЗНЕСА ..... 195**

### **Глава 13. Рентабельность хаос-инжиниринга ..... 196**

13.1. Краткосрочный эффект хаос-инжиниринга .....	196
13.2. Модель Киркпатрика .....	197
13.2.1. Уровень 1: реакция.....	197
13.2.2. Уровень 2: обучение.....	198
13.2.3. Уровень 3: перенос.....	198
13.2.4. Уровень 4: результаты.....	199
13.3. Альтернативный вариант оценки рентабельности .....	199
13.4. Побочная отдача от инвестиций .....	201
13.5. Вывод .....	202

<b>Глава 14. Открытые умы, открытая наука и открытый хаос .....</b>	<b>203</b>
14.1. Совместное мышление .....	203
14.2. Открытая наука, открытый исходный код .....	205
14.2.1. Открытые хаос-эксперименты.....	206
14.2.2. Обмен результатами и выводами .....	208
14.3. Вывод .....	208
<b>Глава 15. Модель зрелости хаоса .....</b>	<b>209</b>
15.1. Внедрение.....	209
15.1.1. От кого исходит идея внедрения.....	210
15.1.2. Какая часть организации участвует в хаос-инжиниринге .....	211
15.1.3. Обязательные условия .....	212
15.1.4. Препятствия для внедрения .....	213
15.1.5. Освоение .....	214
15.2. Карта состояния хаос-инжиниринга .....	219
<b>Часть V. ЭВОЛЮЦИЯ .....</b>	<b>221</b>
<b>Глава 16. Непрерывная проверка.....</b>	<b>223</b>
16.1. Происхождение непрерывной проверки.....	223
16.2. Разновидности систем непрерывной проверки .....	225
16.3. CV в реальной жизни: ChAP .....	227
16.3.1. Выбор экспериментов в ChAP .....	227
16.3.2. Запуск экспериментов в ChAP .....	228
16.3.3. ChAP и принципы хаос-инжиниринга .....	228
16.3.4. ChAP как непрерывная проверка.....	229
16.4. Непрерывная проверка в системах рядом с вами .....	229
16.4.1. Проверка производительности .....	230
16.4.2. Артефакты данных.....	230
16.4.3. Корректность .....	230
<b>Глава 17. Поговорим о киберфизических системах.....</b>	<b>232</b>
17.1. Происхождение и развитие киберфизических систем.....	233
17.2. Слияние функциональной безопасности с хаос-инжинирингом .....	234
17.2.1. FMEA и хаос-инжиниринг.....	236
17.3. Программное обеспечение в киберфизических системах .....	236
17.4. Хаос-инжиниринг как следующий шаг после FMEA .....	238
17.5. Эффект щупа.....	241
17.5.1. Решение проблемы щупа .....	242
17.6. Вывод.....	244
<b>Глава 18. НОР с точки зрения хаос-инжиниринга.....</b>	<b>246</b>
18.1. Что такое НОР? .....	246
18.2. Ключевые принципы НОР .....	247
18.2.1. Принцип 1: ошибка – это норма .....	247
18.2.2. Принцип 2: вина ничего не исправляет .....	247

18.2.3. Принцип 3: контекст определяет поведение .....	248
18.2.4. Принцип 4: обучение и улучшение имеют жизненно важное значение .....	249
18.2.5. Принцип 5: важны осмысленные ответы .....	249
18.3. Хаос-инжиниринг в мире НОР .....	249
18.3.1. Практический пример хаос-инжиниринга в мире НОР .....	251
18.4. Вывод .....	253

## **Глава 19. Хаос-инжиниринг и базы данных .....**

19.1. Зачем нам нужен хаос-инжиниринг? .....	254
19.1.1. Надежность и стабильность .....	254
19.1.2. Пример из реального мира .....	255
19.2. Применение хаос-инжиниринга .....	257
19.2.1. Наш особый подход к хаос-инжинирингу .....	257
19.2.2. Внедрение отказов .....	258
19.2.3. Отказы приложений .....	258
19.2.4. Ошибки процессора и памяти .....	259
19.2.5. Отказы сети .....	259
19.2.6. Внедрение ошибок в файловую систему .....	260
19.3. Обнаружение сбоев .....	261
19.4. Автоматизация хаоса .....	262
19.4.1. Автоматизированная платформа для экспериментов Schrodinger .....	262
19.4.2. Рабочий процесс на платформе Schrodinger .....	264
19.5. Вывод .....	264

## **Глава 20. Хаос-инжиниринг в информационной безопасности .....**

20.1. Современный подход к безопасности .....	267
20.1.1. Человеческий фактор и отказы .....	267
20.1.2. Устраните легкодоступные цели .....	269
20.1.3. Петли обратной связи .....	270
20.2. Хаос-инжиниринг и новая методология безопасности .....	271
20.2.1. Проблемы с Red Teaming .....	272
20.2.2. Проблемы с Purple Teaming .....	272
20.2.3. Преимущества хаос-инжиниринга в кибербезопасности .....	273
20.3. Игровые дни в кибербезопасности .....	274
20.4. Пример инструмента безопасности: ChaoSlingr .....	274
20.4.1. История ChaoSlingr .....	275
20.5. Вывод .....	277

## **Заключение .....**

## **Предметный указатель .....**