

АНАЛИЗ  
И ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ  
С ПОМОЩЬЮ UML 2.0

# REQUIREMENTS ANALYSIS AND SYSTEM DESIGN

Third edition

LESZEK A. MACIASZEK



*An imprint of Pearson Education*

Harlow, England • London • New York • Boston • San Francisco • Toronto • Sydney • Singapore • Hong Kong  
Tokyo • Seoul • Taipei • New Delhi • Cape Town • Madrid • Mexico City • Amsterdam • Munich • Paris • Milan

# АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ UML 2.0

Третье издание

ЛЕШЕК А. МАЦЯШЕК



Москва • Санкт-Петербург • Киев  
2008

ББК 32.973.26-018.2.75

МЗ6

УДК 681.3.07

Издательский дом “Вильямс”

Зав. редакцией С.Н. Тригуб

Перевод с английского и редакция канд. физ.-мат. наук Д.А. Ключина

По общим вопросам обращайтесь в Издательский дом “Вильямс” по адресу:  
info@williamspublishing.com, <http://www.williamspublishing.com>

**Мацяшек, Лешек А.**

МЗ6 Анализ и проектирование информационных систем с помощью UML 2.0, 3-е изд. : Пер. с англ. — М. : ООО “И.Д. Вильямс”, 2008. — 816 с. : ил. — Парал. тит. англ.

ISBN 978-5-8459-1430-9 (рус.)

Книга представляет собой новое издание популярного учебника Лешек Мацяшек по объектно-ориентированной разработке информационных систем. В книге подробно описаны методы анализа и проектирования промышленных информационных систем с использованием языка UML. Отличительной особенностью книги является обилие учебных примеров, упражнений, контрольных вопросов и многовариантных тестов. Уникальный характер книги обусловлен оптимальным сочетанием практического опыта и теоретических представлений.

Книга будет полезна системным аналитикам и архитекторам, программистам, преподавателям и студентам высших учебных заведений, а также всем специалистам по информационным технологиям.

**ББК 32.973.26-018.2.75**

Все названия программных продуктов являются зарегистрированными торговыми марками соответствующих фирм.

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, если на это нет письменного разрешения издательства Addison-Wesley UK.

Authorized translation from the English language edition published by Pearson Education Limited, Copyright © Pearson Education Limited 2001, 2005, 2007, 2007

The right of Leszek A. Maciaszek to be identified as author of this work has been asserted by him in accordance with the Copyright, Designs and Patents Act 1988.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without either the prior written permission of the publisher or a licence permitting restricted copying in the United Kingdom issued by the Copyright Licensing Agency Ltd, Saffron House, 6–10 Kirby Street, London EC1N 8TS.

Russian language edition published by Williams Publishing House according to the Agreement with R&I Enterprises International, Copyright © 2008

ISBN 978-5-8459-1430-9 (рус.)

ISBN 978-0-321-44036-5 (англ.)

© Издательский дом “Вильямс”, 2008

© Pearson Education Limited 2001, 2005, 2007, 2007



# Оглавление

Предисловие	25
Краткий обзор	34
Глава 1. Процесс разработки программного обеспечения	37
Глава 2. Определение требований	127
Глава 3. Основы визуального моделирования	199
Глава 4. Спецификация требований	259
Глава 5. Переход от анализа к проектированию	355
Глава 6. Процесс разработки программного обеспечения	429
Глава 7. Проектирование графического пользовательского интерфейса	523
Глава 8. Персистентность и проектирование баз данных	597
Глава 9. Управление качеством и изменениями	659
Глава 10. Систематизация и закрепление учебного материала	699
Приложение А. Основы объектной технологии	751
Библиография	793
Предметный указатель	803





# Содержание

<b>Предисловие</b>	<b>25</b>
<b>Краткое содержание книги</b>	<b>25</b>
<b>Отличительные особенности книги</b>	<b>26</b>
Для кого предназначена книга	28
Структура книги	28
<b>Изменения, внесенные во второе издание</b>	<b>29</b>
<b>Изменения, внесенные в третье издание</b>	<b>30</b>
<b>Вспомогательные материалы</b>	<b>31</b>
<b>Обратная связь</b>	<b>32</b>
<b>Благодарности</b>	<b>32</b>
<b>Краткий обзор</b>	<b>34</b>
<b>Глава 1. Процесс разработки программного обеспечения</b>	<b>37</b>
<b>1.1. Характер процесса разработки программного обеспечения</b>	<b>38</b>
1.1.1. Инварианты разработки программного обеспечения	39
1.1.2. Второстепенные трудности разработки программного обеспечения	42
1.1.2.1. Участники проекта	42
1.1.2.2. Процесс	43
1.1.2.2.1. Итеративный и поступательный процесс	44

1.1.2.2.2. Модель технологической зрелости	45
1.1.2.2.3. Стандарт ISO 9000	47
1.1.2.2.4. Библиотека ITIL	48
1.1.2.2.5. Стандарт COBIT	50
1.1.2.3. Моделирование	52
1.1.2.3.1. UML	53
1.1.2.3.2. CASE-средства и совершенствование процесса	54
1.1.3. Разработка или интеграция?	55
<b>1.2. Планирование систем</b>	<b>56</b>
1.2.1. Подход SWOT	58
1.2.2. Подход VCM	60
1.2.3. Подход BPR	62
1.2.4. Подход ISA	64
<b>1.3. Системы для трех уровней управления</b>	<b>65</b>
1.3.1. Системы обработки транзакций	67
1.3.2. Системы аналитической обработки данных	68
1.3.3. Системы обработки знаний	70
<b>1.4. Этапы жизненного цикла программного обеспечения</b>	<b>71</b>
1.4.1. Подходы к разработке программного обеспечения	72
1.4.1.1. Структурный подход	73
1.4.1.2. Объектно-ориентированный подход	74
1.4.2. Этапы жизненного цикла	76
1.4.2.1. Бизнес-анализ	77
1.4.2.1.1. Этап установления требований	78
1.4.2.1.2. Этап спецификации требований	79
1.4.2.2. Проектирование систем	79
1.4.2.2.1. Этап архитектурного проектирования	80
1.4.2.2.2. Этап детализированного проектирования	81
1.4.2.3. Этап реализации	82
1.4.2.4. Этап интеграции и развертывания	82
1.4.2.5. Этап эксплуатации и сопровождения	83
1.4.3. Действия, выполняемые на протяжении всего жизненного цикла	84
1.4.3.1. Планирование проекта	85
1.4.3.2. Показатели	86
1.4.3.3. Тестирование	87



	<b>9</b>
<b>1.5. Модели и методы разработки программного обеспечения</b>	<b>89</b>
1.5.1. Спиральная модель	90
1.5.2. Унифицированный процесс RUP	92
1.5.3. Архитектура, управляемая моделями	93
1.5.4. Ускоренная разработка программного обеспечения	95
1.5.5. Аспектно-ориентированная разработка программного обеспечения	97
<b>1.6. Учебные примеры</b>	<b>100</b>
1.6.1. "Зачисление в университет"	101
1.6.2. "Магазин видеокассет"	102
1.6.3. Управление взаимоотношениями с заказчиками	103
1.6.4. Прямой маркетинг по телефону	104
1.6.5. "Затраты на рекламу"	105
1.6.6. "Регистрация времени"	106
1.6.7. "Конвертация валют"	107
<b>Резюме</b>	<b>108</b>
<b>Ключевые термины</b>	<b>110</b>
<b>Многовариантные тесты</b>	<b>113</b>
<b>Вопросы</b>	<b>115</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>117</b>
<b>Ответы к многовариантным тестам</b>	<b>119</b>
<b>Ответы на вопросы с нечетными номерами</b>	<b>119</b>
<b>Глава 2. Определение требований</b>	<b>127</b>
<b>2.1. Переход от бизнес-процессов к концепции решения</b>	<b>128</b>
2.1.1. Моделирование иерархии процессов	129
2.1.1.1. Процессы и декомпозиция процессов	130
2.1.1.2. Диаграмма иерархии процессов	130
2.1.2. Моделирование бизнес-процессов	132
2.1.2.1. Поточковые и связующие объекты, дорожки и артефакты	132
2.1.2.2. Диаграмма бизнес-процессов	135
2.1.3. Выработка концепции решения	137
2.1.3.1. Процесс выработки концепции системы	137

2.1.3.2. Стратегии реализации и мандатная архитектура	139
<b>2.2. Определение требований</b>	<b>141</b>
2.2.1. Системные требования	143
2.2.1.1. Функциональные требования	143
2.2.1.2. Нефункциональные требования	144
2.2.2. Традиционные методы выявления требований	145
2.2.2.1. Интервьюирование заказчиков и экспертов в проблемной области	146
2.2.2.2. Анкетирование	148
2.2.2.3. Наблюдение	149
2.2.2.4. Изучение документов и программных систем	150
2.2.3. Современные методы выявления требований	151
2.2.3.1. Создание прототипов	151
2.2.3.2. “Мозговой штурм”	152
2.2.3.3. Совместная разработка приложений (метод JAD)	153
2.2.3.4. Быстрая разработка приложений (метод RAD)	155
<b>2.3. Согласование и оценка требований</b>	<b>156</b>
2.3.1. Требования, выходящие за рамки проекта	157
2.3.2. Матрица зависимости требований	157
2.3.3. Требования — риски и приоритеты	158
<b>2.4. Управление требованиями</b>	<b>159</b>
2.4.1. Требования — идентификация и классификация	160
2.4.2. Иерархии требований	161
2.4.3. Управление изменениями	161
2.4.4. Трассировка требований	162
<b>2.5. Бизнес-модель требований</b>	<b>163</b>
2.5.1. Модель границ системы	164
2.5.2. Модель бизнес-прецедентов использования	166
2.5.3. Бизнес-гlossарий	170
2.5.4. Модель бизнес-классов	171
<b>2.6. Техническое задание</b>	<b>175</b>
2.6.1. Шаблоны документа	175
2.6.2. Предварительные замечания к проекту	175
2.6.3. Системные сервисы	177

	<b>11</b>
2.6.4. Системные ограничения	177
2.6.5. Проектные вопросы	178
2.6.6. Приложения	179
<b>Резюме</b>	<b>180</b>
<b>Ключевые термины</b>	<b>181</b>
<b>Многовариантные тесты</b>	<b>184</b>
<b>Вопросы</b>	<b>185</b>
<b>Упражнения. Затраты на рекламу</b>	<b>186</b>
<b>Упражнения. Регистрация времени</b>	<b>187</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>188</b>
<b>Ответы к многовариантным тестам</b>	<b>189</b>
<b>Ответы на вопросы с нечетными номерами</b>	<b>190</b>
<b>Объяснение упражнений. Затраты на рекламу</b>	<b>193</b>
<b>Глава 3. Основы визуального моделирования</b>	<b>199</b>
<b>3.1. Ракурс прецедентов использования</b>	<b>201</b>
3.1.1. Действующие лица	202
3.1.2. Прецеденты использования	203
3.1.3. Диаграммы прецедентов использования	204
3.1.4. Документирование прецедентов использования	206
<b>3.2. Ракурс деятельности</b>	<b>208</b>
3.2.1. Действия	209
3.2.2. Диаграммы деятельности	210
<b>3.3. Ракурс структуры</b>	<b>213</b>
3.3.1. Классы	214
3.3.2. Атрибуты	216
3.3.3. Ассоциации	218
3.3.4. Агрегация	219
3.3.5. Обобщение	220
3.3.6. Диаграммы классов	220
<b>3.4. Ракурс взаимодействий</b>	<b>223</b>
3.4.1. Диаграммы последовательностей	223

3.4.2. Диаграммы коммуникации	226
3.4.3. Методы классов	227
<b>3.5. Ракурс конечных автоматов</b>	<b>229</b>
3.5.1. Состояния и переходы	229
3.5.2. Диаграммы конечных автоматов	231
<b>3.6. Ракурс реализации</b>	<b>233</b>
3.6.1. Подсистемы и пакеты	233
3.6.2. Компоненты и диаграммы компонентов	235
3.6.3. Узлы и диаграммы развертывания	237
<b>Резюме</b>	<b>238</b>
<b>Ключевые термины</b>	<b>240</b>
<b>Многовариантные тесты</b>	<b>242</b>
<b>Вопросы</b>	<b>243</b>
<b>Упражнения</b>	<b>244</b>
<b>Упражнения. Магазин видеокассет</b>	<b>246</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>248</b>
<b>Ответы к многовариантным тестам</b>	<b>249</b>
<b>Ответы на вопросы с нечетными номерами</b>	<b>249</b>
<b>Объяснение упражнений с нечетными номерами</b>	<b>251</b>
<b>Объяснение упражнений с нечетными номерами. Магазин видеокассет</b>	<b>254</b>
<b>Глава 4. Спецификация требований</b>	<b>259</b>
<b>4.1. Архитектурные прерогативы</b>	<b>261</b>
4.1.1. Модель–представление–контроллер	261
4.1.2. Архитектура Core J2EE	263
4.1.3. Презентация–контроллер–компонент–посредник–сущность– ресурс	265
4.1.3.1. Уровни архитектуры PCBMER	266
4.1.3.2. Принципы PCBMER	268
<b>4.2. Спецификация состояний</b>	<b>270</b>
4.2.1. Моделирование классов	271

4.2.1.1. Выявление классов	271
4.2.1.2. Спецификация классов	280
4.2.2. Моделирование ассоциаций	290
4.2.2.1. Выявление ассоциаций	291
4.2.2.2. Спецификация ассоциаций	292
4.2.2.3. Пример спецификации ассоциации	293
4.2.3. Моделирование отношений агрегации и композиции	295
4.2.3.1. Выявление агрегаций и композиций	296
4.2.3.2. Спецификация агрегаций и композиций	297
4.2.3.3. Пример спецификации агрегации и композиции	297
4.2.4. Моделирование отношений обобщения	299
4.2.4.1. Выявление обобщений	300
4.2.4.2. Спецификация обобщений	300
4.2.4.3. Пример спецификации обобщений	300
4.2.5. Моделирование интерфейсов	302
4.2.5.1. Выявление интерфейсов	302
4.2.5.2. Спецификация интерфейсов	303
4.2.5.3. Примеры спецификации интерфейсов	303
4.2.6. Моделирование объектов	304
4.2.6.1. Спецификация объектов	305
4.2.6.2. Пример спецификации объектов	305
<b>4.3. Спецификация поведения</b>	<b>306</b>
4.3.1. Моделирование прецедентов использования	307
4.3.1.1. Спецификация прецедентов	308
4.3.1.2. Пример спецификации прецедентов использования	309
4.3.2. Моделирование деятельности	314
4.3.2.1. Выявление действий	316
4.3.2.2. Спецификация действий	316
4.3.2.3. Пример спецификации видов деятельности	316
4.3.3. Моделирование взаимодействий	318
4.3.3.1. Выявление последовательностей сообщений	318
4.3.3.2. Спецификация последовательностей сообщений	318
4.3.3.3. Пример спецификации последовательностей	319
4.3.4. Моделирование открытых интерфейсов	322
4.3.4.1. Выявление операций классов	322

4.3.4.2. Спецификация операций классов	323
4.3.4.3. Пример спецификации операций классов	323
<b>4.4. Спецификации изменения состояний</b>	<b>325</b>
4.4.1. Моделирование состояний объектов	326
4.4.1.1. Выявление состояний объектов	326
4.4.1.2. Спецификация состояний объектов	326
4.4.1.3. Пример спецификации диаграммы конечных автоматов	327
<b>Резюме</b>	<b>329</b>
<b>Ключевые термины</b>	<b>329</b>
<b>Многовариантные тесты</b>	<b>332</b>
<b>Вопросы</b>	<b>333</b>
<b>Упражнения. Магазин видеокассет</b>	<b>336</b>
<b>Упражнения. Управление взаимоотношениями с заказчиками</b>	<b>338</b>
<b>Упражнения. Зачисление в университет</b>	<b>338</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>340</b>
<b>Ответы к многовариантным тестам</b>	<b>341</b>
<b>Ответы на вопросы с нечетными номерами</b>	<b>341</b>
<b>Объяснение упражнений. Зачисление в университет</b>	<b>349</b>
<b>Глава 5. Переход от анализа к проектированию</b>	<b>355</b>
<b>5.1. Углубленное моделирование классов</b>	<b>356</b>
5.1.1. Механизмы расширения	357
5.1.1.1. Стереотипы	357
5.1.1.2. Комментарии и ограничения	358
5.1.1.3. Примечания и дескрипторы	361
5.1.2. Видимость и инкапсуляция	362
5.1.2.1. Защищенная видимость	363
5.1.2.2. Видимость унаследованных свойств классов	365
5.1.2.3. Видимость в пакетах и дружественных классах	366
5.1.3. Производная информация	370
5.1.3.1. Производный атрибут	370

5.1.3.2. Производная ассоциация	370
5.1.4. Квалифицированная ассоциация	371
5.1.5. Ассоциативный или материализованный класс	372
5.1.5.1. Модель с ассоциативным классом	373
5.1.5.2. Модель, использующая материализованный класс	374
<b>5.2. Углубленное моделирование обобщения и наследования</b>	<b>376</b>
5.2.1. Обобщение и заменимость	376
5.2.2. Наследование или инкапсуляция	377
5.2.3. Наследование интерфейса	377
5.2.4. Наследование реализации	379
5.2.4.1. Правильный способ использования наследования реализации — наследование посредством расширения	379
5.2.4.2. Проблематичный способ использования наследования реализации — наследование посредством ограничения	380
5.2.4.3. Неверный способ использования наследования реализации — удобное наследование	381
5.2.4.4. Недостатки наследования реализации	382
5.2.4.4.1. Изменчивый базовый класс	383
5.2.4.4.2. Замещение, нисходящие и восходящие вызовы	384
5.2.4.4.3. Множественное наследование реализации	387
<b>5.3. Углубленное моделирование агрегации и делегирования</b>	<b>388</b>
5.3.1. Расширение семантики агрегации	389
5.3.1.1. Агрегация ExclusiveOwns	389
5.3.1.2. Агрегация Owns	390
5.3.1.3. Агрегация Has	390
5.3.1.4. Агрегация Member	391
5.3.2. Агрегация как альтернатива обобщению	392
5.3.2.1. Делегирование и системы-прототипы	393
5.3.2.2. Сравнение делегирования или наследования	393
5.3.3. Агрегация и холоны — интеллектуальное орудие	394
<b>5.4. Углубленное моделирование взаимодействий</b>	<b>396</b>
5.4.1. Линии жизни и сообщения	397
5.4.1.1. Учет базовой технологии	399
5.4.1.2. Визуализация информации о технологии в моделях взаимодействия	400
5.4.2. Фрагменты	404

5.4.3. Использование взаимодействия	406
<b>Резюме</b>	<b>408</b>
<b>Ключевые термины</b>	<b>409</b>
<b>Многовариантные тесты</b>	<b>410</b>
<b>Вопросы</b>	<b>411</b>
<b>Упражнения</b>	<b>412</b>
<b>Упражнение. Регистрация времени</b>	<b>413</b>
<b>Упражнение. Затраты на рекламу</b>	<b>415</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>416</b>
<b>Ответы к многовариантным тестам</b>	<b>417</b>
<b>Ответы на вопросы с нечетными номерами</b>	<b>417</b>
<b>Объяснение упражнений с нечетными номерами</b>	<b>422</b>
<b>Объяснение упражнений. Регистрация времени</b>	<b>425</b>
<b>Глава 6. Процесс разработки программного обеспечения</b>	<b>429</b>
<b>6.1. Распределенная физическая архитектура</b>	<b>431</b>
6.1.1. Одноранговая архитектура	432
6.1.2. Ярусная архитектура	433
6.1.3. Архитектура, ориентированная на базы данных	435
<b>6.2. Многоуровневая логическая структура</b>	<b>437</b>
6.2.1. Архитектурная сложность	438
6.2.1.1. Пространственная когнитивная сложность	439
6.2.1.2. Структурная сложность	440
6.2.1.2.1. Структурная сложность сетей	440
6.2.1.2.2. Структурная сложность иерархий	441
6.2.2. Архитектурные шаблоны	444
6.2.2.1. Шаблон Фасад	445
6.2.2.2. Абстрактная фабрика	448
6.2.2.3. Цепочка обязанностей	451
6.2.2.4. Наблюдатель	453
6.2.2.5. Посредник	458
<b>6.3. Архитектурное моделирование</b>	<b>462</b>



	<b>17</b>
6.3.1. Пакеты	462
6.3.2. Компоненты	464
6.3.2.1. Сравнение компонентов и пакетов	465
6.3.2.2. Сравнение компонентов с классами и интерфейсами	467
6.3.3. Узлы	468
<b>6.4. Принципы разработки и повторного использования программ</b>	<b>470</b>
6.4.1. Связность и связанность классов	470
6.4.1.1. Виды связанности классов	472
6.4.1.2. Закон Деметера	472
6.4.1.3. Методы доступа и бессмысленные классы	473
6.4.1.4. Динамическая классификация и связность классов со смешанными экземплярами	478
6.4.2. Стратегия повторного использования	482
6.4.2.1. Повторное использование инструментальных средств	482
6.4.2.2. Повторное использование каркасов	483
6.4.2.3. Повторное использование шаблонов	484
<b>6.5. Моделирование кооперации</b>	<b>485</b>
6.5.1. Кооперация	485
6.5.2. Композитная структура	487
6.5.3. Переход от прецедента использования к композитной кооперации	489
6.5.4. Переход от кооперации к взаимодействию	494
6.5.5. Переход от взаимодействия к композитной структуре	499
<b>Резюме</b>	<b>500</b>
<b>Ключевые термины</b>	<b>502</b>
<b>Многовариантные тесты</b>	<b>504</b>
<b>Вопросы</b>	<b>505</b>
<b>Упражнения. Магазин видеокассет</b>	<b>507</b>
<b>Упражнения. Затраты на рекламу</b>	<b>510</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>513</b>
<b>Ответы к многовариантным тестам</b>	<b>514</b>
<b>Ответы на вопросы с нечетными номерами</b>	<b>514</b>

Объяснение упражнений. Затраты на рекламу 518

## Глава 7. Проектирование графического пользовательского интерфейса 523

### 7.1. Принципы проектирования графического пользовательского интерфейса 525

7.1.1. Переход от прототипа графического пользовательского интерфейса к его реализации 526

7.1.2. Руководящие принципы проектирования интерфейса, ориентированного на пользователя 529

7.1.2.1. Ориентация на пользователя 530

7.1.2.2. Согласованность 531

7.1.2.3. Индивидуализация и настройка 532

7.1.2.4. Толерантность 532

7.1.2.5. Обратная связь 533

7.1.2.6. Эстетичность и удобство 533

### 7.2. Проектирование оконного интерфейса 534

7.2.1. Главные окна 535

7.2.1.1. Окно просмотра строк 537

7.2.1.2. Окно просмотра деревьев 538

7.2.2. Вторичное окно 539

7.2.2.1. Диалоговые окна 540

7.2.2.2. Папка с вкладками 541

7.2.2.3. Выпадающий список 542

7.2.2.4. Окна сообщения 543

7.2.3. Меню и панели инструментов 543

7.2.4. Кнопки и другие средства управления 545

### 7.3. Проектирование Web-интерфейса 546

7.3.1. Технология реализации Web-приложений 548

7.3.2. Проектирование содержания 550

7.3.2.1. Web-сайт для континуума Web-приложений 551

7.3.2.2. Формы 552

7.3.3. Проектирование навигации 557

7.3.3.1. Меню и ссылки 558

7.3.3.2. Навигационные цепочки и панели 559

	<b>19</b>
7.3.3.3. Кнопки	560
7.3.4. Использование моделей графических пользовательских интерфейсов для Web-проектирования	561
7.3.4.1. Дилемма MVC	562
7.3.4.2. Технология Struts	565
<b>7.4. Моделирование навигации в графическом пользовательском интерфейсе</b>	<b>569</b>
7.4.1. Раскадровка работы пользователя	569
7.4.2. Моделирование элементов UX	572
7.4.3. Функциональная кооперация UX	573
7.4.4. Структурная кооперация UX	577
<b>Резюме</b>	<b>578</b>
<b>Ключевые термины</b>	<b>579</b>
<b>Многовариантные тесты</b>	<b>580</b>
<b>Вопросы</b>	<b>581</b>
<b>Упражнения. Управление взаимоотношениями с заказчиками</b>	<b>582</b>
<b>Упражнения. Прямой маркетинг по телефону</b>	<b>584</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>588</b>
<b>Ответы к многовариантным тестам</b>	<b>588</b>
<b>Ответы на вопросы с нечетными номерами</b>	<b>589</b>
<b>Объяснение упражнений. Управление взаимоотношениями с заказчиками</b>	<b>592</b>
<b>Глава 8. Персистентность и проектирование баз данных</b>	<b>597</b>
<b>8.1. Бизнес-объекты и персистентность</b>	<b>599</b>
8.1.1. Инварианты разработки программного обеспечения	599
8.1.2. Уровни моделей данных	600
8.1.3. Интеграция приложений и моделирование баз данных	601
8.1.4. Отображение объектов в базу данных	603
<b>8.2. Модель реляционной базы данных</b>	<b>604</b>
8.2.1. Столбцы, домены и правила	605
8.2.2. Реляционные таблицы	606
8.2.3. Ссылочная целостность	608
8.2.4. Триггеры	610

8.2.5. Хранимые процедуры	612
8.2.6. Реляционные представления	614
8.2.7. Нормальные формы	615
<b>8.3. Объектно-реляционное отображение</b>	<b>617</b>
8.3.1. Отображение классов сущностей	617
8.3.2. Отображение отношений ассоциации	618
8.3.3. Отображение отношений агрегации	620
8.3.4. Отображение отношений обобщения	622
<b>8.4. Шаблоны управления персистентными объектами</b>	<b>625</b>
8.4.1. Поиск персистентных объектов	626
8.4.2. Загрузка персистентных объектов	628
8.4.3. Выгрузка персистентных объектов	630
<b>8.5. Проектирование доступа к базам данных и транзакций</b>	<b>631</b>
8.5.1. Уровни программирования на SQL	631
8.5.2. Проектирование транзакций	634
8.5.2.1. Короткие транзакции	634
8.5.2.1.1. Пессимистическое управление параллельным выполнением операций	635
8.5.2.1.2. Уровни изолированности	635
8.5.2.1.3. Автоматическое восстановление	636
8.5.2.1.4. Программируемое восстановление	638
8.5.2.1.5. Проектирование хранимых процедур и триггеров	639
8.5.2.2. Проектирование хранимых процедур и триггеров	640
<b>Резюме</b>	<b>641</b>
<b>Ключевые термины</b>	<b>642</b>
<b>Многовариантные тесты</b>	<b>644</b>
<b>Вопросы</b>	<b>645</b>
<b>Упражнения. Управление взаимоотношениями с заказчиками</b>	<b>646</b>
<b>Упражнения. Прямой маркетинг по телефону</b>	<b>647</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>648</b>
<b>Ответы к многовариантным тестам</b>	<b>649</b>
<b>Ответы на вопросы с нечетными номерами</b>	<b>649</b>