

НАУЧНАЯ МЫСЛЬ



Информатика

*С.В. Назаров*

# АРХИТЕКТУРА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ



**НАУЧНАЯ МЫСЛЬ**

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

**С.В. НАЗАРОВ**

# АРХИТЕКТУРА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

МОНОГРАФИЯ

2-е издание, переработанное и дополненное

Электронно-  
Библиотечная  
Система  
**znanium.com**

Москва  
ИНФРА-М  
2016

УДК 004.14  
ББК 32.973.26-018  
Н19

ФЗ  
№ 436-ФЗ

Издание не подлежит маркировке  
в соответствии с п. 1 ч. 2 ст. 1

Рецензенты:

*Л.Г. Гагарина* — доктор технических наук, профессор Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники» (МИЭТ);

*А.Б. Барский* — доктор технических наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)

**Назаров С.В.**

Н19 Архитектура и проектирование программных систем : монография / С.В. Назаров. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2016. — 374 с. — (Научная мысль). — [www.dx.doi.org/10.12737/18292](http://www.dx.doi.org/10.12737/18292).

ISBN 978-5-16-011753-9 (print)

ISBN 978-5-16-104150-5 (online)

В монографии рассматриваются технологии и проблемы создания больших программных систем, их архитектуры и жизненного цикла. Основное внимание обращено на разработку и анализ требований, определение спецификаций, методы и средства проектирования архитектуры программных систем. Уделено значительное внимание рефакторингу программных систем, в том числе архитектурному рефакторингу.

Для аспирантов, преподавателей технических вузов и специалистов, занимающихся разработкой программных систем.

УДК 004.14  
ББК 32.973.26-018

ISBN 978-5-16-011753-9 (print)

ISBN 978-5-16-104150-5 (online)

© Назаров С.В., 2016

Подписано в печать 28.03.2016.

Формат 60×90/16. Печать цифровая. Бумага офсетная.

Гарнитура *Newton*. Усл. печ. л. 23,38.

Тираж 500 экз. Заказ № 03444

ТК 401500-542562-280316

ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»

127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1.

Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29.

E-mail: [books@infra-m.ru](mailto:books@infra-m.ru)

<http://www.infra-m.ru>

Отпечатано в типографии ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»

127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1

Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Проблемы создания больших программных систем</b> .....	9
1.1. Особенности разработки сложных (больших) программных систем.....	9
1.2. Проблемы создания ПС.....	13
1.3. Кризис программирования. Инженерный подход к разработке ПС.....	15
1.4. Становление и развитие программной инженерии.....	16
1.5. Развитие технологий программирования.....	20
Литература к главе 1.....	28
<b>Глава 2. Архитектуры программных систем</b> .....	31
2.1. Понятие архитектуры программной системы.....	31
2.2. Почему важна архитектура.....	35
2.3. Как появляется архитектура. Кто и что влияет на архитектуру.....	37
2.4. Архитектурные образцы, эталонные модели и эталонные варианты архитектуры.....	39
2.5. Что определяет и на что влияет выбранная архитектура.....	41
2.6. Архитектурные структуры и представления.....	50
2.7. Отношения между структурами.....	54
2.8. Варианты архитектур программных систем.....	55
2.8.1. Архитектура, основанная на уровнях абстракций.....	55
2.8.2. Архитектуры, основанные на портах.....	60
2.8.3. Архитектуры, основанные на потоках данных.....	65
2.8.4. Архитектуры независимых компонентов.....	65
2.8.5. Сервис-ориентированные архитектуры (SOA).....	67
2.9. Архитектурные представления программных систем.....	69
2.9.1. Архитектурный вид – структура многослойной программной системы.....	70
2.9.2. Архитектурный вид – размещение программной системы.....	71
2.9.3. Архитектурный вид – размещение программной системы, основанной на потоках данных.....	80
2.9.4. Архитектурный вид – распределение работ по группам разработчиков.....	81
Литература к главе 2.....	86
<b>Глава 3. Жизненный цикл программных систем</b> .....	88
3.1. Понятие жизненного цикла программных систем.....	88
3.2. Основные процессы ЖЦ ПС.....	89
3.3. Вспомогательные процессы ЖЦ ПО.....	94
3.4. Организационные процессы ЖЦ ПС.....	97
3.5. Взаимосвязь между процессами ЖЦ ПС.....	98
3.6. Модели и стадии ЖЦ ПС.....	99
3.7. Виды моделей ЖЦ ПС и технологии создания программных систем.....	103

3.7.1. Каскадная модель (классический жизненный цикл).....	103
3.7.2. Итерационная модель ЖЦ ПС .....	105
3.7.3. Макетирование .....	106
3.7.4. Стратегии конструирования ПС .....	108
3.7.5. Инкрементная модель.....	108
3.7.6. Спиральная модель ЖЦ ПО .....	109
3.7.7. Рациональный унифицированный процесс .....	111
3.7.8. Scrum-методология .....	117
3.7.9. Agile-методологии .....	122
3.7.10. Управление жизненным циклом приложений.....	130
Литература к главе 3.....	140
<b>Глава 4. Проектирование программных систем. Определение требований и целей программного продукта.....</b>	<b>142</b>
4.1. Процесс проектирования как последовательная трансляция требований, предъявляемых к системе .....	142
4.2. Методология решения задач проектирования ПС по Г. Майерсу..	148
4.3. Уровни требований к программным системам .....	150
4.4. Определение требований к программным системам.....	154
4.4.1. Постановка задачи и принципы разработки требований....	154
4.4.2. Бизнес-моделирование .....	159
4.4.3. Определение функциональных требований .....	165
4.4.4. Определение нефункциональных (эксплуатационных) требований.....	169
4.5. Анализ и управление требованиями .....	170
4.6. Требования и риски .....	175
4.7. Проверка правильности требований .....	180
4.8. Цели программного продукта.....	183
4.9. Постановка целей для программной системы .....	187
4.9.1. Цели продукта .....	187
4.9.2. Цели проекта .....	189
Литература к главе 4.....	190
<b>Глава 5. Разработка предварительного внешнего проекта .....</b>	<b>192</b>
5.1. Представление и анализ требований.....	192
5.1.1. Требования в V-модели Халла.....	192
5.1.2. Моделирование в определении требований и спецификаций .....	194
5.1.3. Разработка программных систем, управляемая моделями... 196	
5.2. Анализ требований и определение спецификаций.	
Структурный подход .....	199
5.2.1. Спецификации.....	199
5.2.2. Структурный подход представления спецификаций .....	204
5.2.3. Метод функционального моделирования .....	205
5.2.4. Диаграммы потоков данных .....	211
5.2.5. Диаграммы переходов состояний.....	218
5.3. Анализ требований и определение спецификаций при объектном подходе .....	219

5.3.1. Общие сведения о языке UML как языке моделирования сложных систем .....	219
5.3.2. Определение прецедентов использования .....	224
5.3.3. Концептуальная модель предметной области .....	228
5.3.4. Описание поведения системы .....	234
5.4. Разработка предварительного внешнего проекта .....	241
5.4.1. Процесс внешнего проектирования .....	241
5.4.2. Проектирование взаимодействия с пользователем .....	243
5.4.3. Подготовка внешних спецификаций .....	245
5.4.4. Проверка правильности внешних спецификаций .....	250
Литература к главе 5 .....	253

<b>Глава 6. Проектирование архитектуры программных систем .....</b>	<b>255</b>
6.1. Методология проектирования .....	255
6.2. Модульность .....	258
6.2.1. Модули, модульно-интерфейсный подход, модульное программирование .....	258
6.2.2. Обоснование модульности .....	260
6.2.3. Внутренняя характеристика модуля – связность (прочность) .....	262
6.2.4. Сцепление модулей – внешняя характеристика модуля .....	268
6.3. Сложность программной системы .....	269
6.3.1. Методы оценки сложности .....	269
6.3.2. Оценка сложности на основе связности и сцепления модулей .....	274
6.4. Представление архитектуры программных систем .....	279
6.4.1. Модульно-интерфейсный подход .....	279
6.4.2. Объектно ориентированный подход .....	281
6.4.3. Компонентный подход .....	285
6.5. Слои программного продукта .....	287
6.6. Методы структурного проектирования .....	292
6.6.1. Метод восходящей разработки («снизу вверх») .....	292
6.6.2. Метод нисходящей разработки («сверху вниз») .....	295
6.6.3. Заключительные замечания по структурному проектированию .....	297
6.7. Формальное описание методики разработки модульной архитектуры программной системы .....	298
6.7.1. Проектирование «сверху вниз» .....	298
6.7.2. Проектирование «снизу вверх» .....	303
6.7.3. Еще раз о проектировании архитектуры ПС на основе объектно ориентированной и компонентной методологии .....	305
Литература к главе 6 .....	307

<b>Глава 7. Рефакторинг программных систем .....</b>	<b>310</b>
7.1. Что такое рефакторинг .....	310
7.2. Рефакторинг, проектирование и производительность программ .....	320
7.3. Когда применять рефакторинг .....	323
7.4. Уровни рефакторинга .....	333

7.5. Методы рефакторинга .....	335
7.5.1. Основные методы .....	335
7.5.2. Формализация процесса рефакторинга на основе символьной записи структуры классов.....	336
7.6. Архитектурный рефакторинг.....	340
7.6.1. Когда нужен архитектурный рефакторинг .....	340
7.6.2. Построение архитектуры ПС по ее программному коду .....	342
7.6.3. Рефакторинг архитектуры многослойной иерархической ПС .....	348
7.6.4. Слои в архитектуре ПС. Паттерн выделения слоев .....	351
7.7. Архитектурный рефакторинг для повышения производительности многослойных программных систем .....	353
7.7.1. Возможный подход к созданию программных систем.....	353
7.7.2. Представление созданной архитектуры ПС .....	355
7.7.3. Анализ на соответствие послылойной архитектуре (выделение слоев) .....	357
7.7.4. Коррекция (трансформация) архитектуры в интересах ее рефакторинга.....	359
7.7.5. Рефакторинг архитектуры в интересах повышения производительности ПС .....	363
Литература к главе 7.....	367