

Мы посвящаем эту книгу:

*Моим покойным родителям – Джону и Эдне Халл
– Элизабет Халл*

*Моей жене Крис,
моим детям и их супругам –
Кейт, Стеф, Энди, Эми и Питу,
и моим внукам – Лиззи, Элис, Эмили и Аннабел
– Кен Джексон*

*Моей жене Ивонн и моим детям
Себастиану, Тимоти, Энгусу, Робину и Фелисити
– Джереми Дик*

Содержание

Обращение к читателю	8
Предисловие редактора перевода.....	10
Предисловие к третьему изданию.....	14
Предисловие ко второму изданию	15
Предисловие к первому изданию.....	16
Благодарности	18
Глава 1. Введение	19
1.1. Знакомство с требованиями	19
1.2. Введение в системную инженерию	22
1.3. Определение инженерии требований.....	24
1.4. Требования и качество	28
1.5. Требования и жизненный цикл	29
1.6. Прослеживание требований.....	32
1.7. Требования и моделирование.....	36
1.8. Требования и испытания	39
1.9. Требования в области проблем и в области решений.....	40
1.10. Как читать эту книгу.....	42
Глава 2. Типовой процесс для инженерии требований	44
2.1. Введение.....	44
2.2. Разработка систем.....	44
2.3. Контекст типового процесса.....	47
2.4. Типовой процесс разработки требований. Основные положения	50
2.5. Информационная модель типового процесса разработки требований	53
2.6. Элементы типового процесса разработки требований	58
2.7. Резюме	64
Глава 3. Системное моделирование в инженерии требований	66
3.1. Введение.....	66
3.2. Способы моделирования для инженерии требований	67
3.3. Методы	77
3.4. Резюме.....	94
Глава 4. Написание и анализ требований	95
4.1. Введение.....	95
4.2. Требования к требованиям	96
4.3. Структурирование документов, содержащих требования	96
4.4. Ключевые требования	98
4.5. Использование атрибутов.....	99
4.6. Обеспечение непротиворечивости требований	101
4.7. Важность требований	102
4.8. Язык требований	103
4.9. Шаблоны требований.....	104
4.10. Степень детализации требований	107

4.11. Критерии для написания текста требований	108
4.12. Резюме.....	110
Глава 5. Инженерия требований в области проблем.....	111
5.1. Что такое область проблем?	111
5.2. Пример типового процесса	112
5.3. Согласование требований с заказчиком.....	113
5.4. Анализ и моделирование	114
5.5. Производные требования.....	120
5.6. Резюме.....	132
Глава 6. Инженерия требований в области решений.....	133
6.1. Что такое область решений	133
6.2. Разработка требований при переходе от требований заинтересованных сторон к требованиям к системе	134
6.3. Инженерия требований при определении требований к подсистемам	151
6.4. Другие преобразования, использующие архитектуру системы	153
6.5. Резюме.....	154
Глава 7. Прослеживаемость требований. Современное состояние	155
7.1. Введение	155
7.2. Простая прослеживаемость	155
7.3. Доказательство выполнения требований	158
7.4. Привязка требований	161
7.5. Анализ прослеживаемости.....	162
7.6. Язык доказательств выполнения требования	162
7.7. Анализ расширенной прослеживаемости	163
7.8. Расширенная прослеживаемость для проверки соответствия	164
7.9. Реализация расширенной прослеживаемости	164
7.10. Проектная документация	165
7.11. Метрики прослеживаемости.....	170
7.12. Резюме	175
Глава 8. Управленческие аспекты инженерии требований	177
8.1. Введение в управление требованиями	177
8.2. Проблемы управления требованиями	178
8.3. Управление требованиями в организации-покупателе	180
8.4. Организации-поставщики	185
8.5. Организации-производители	192
8.6. Резюме.....	197
Глава 9. DOORS: инструментальное средство для управления требованиями.....	199
9.1. Введение.....	199
9.2. Роль управления требованиями	200
9.3. Архитектура DOORS	200
9.4. Проекты, модули и объекты	201
9.5. История и управление версиями.....	207
9.6. Атрибуты и представления.....	209
9.7. Прослеживаемость.....	209
9.8. Импорт и экспорт	212
9.9. Моделирование на языке UML с помощью DOORS/Analyst	214
9.10. Резюме.....	216
Список литературы	217
Предметный указатель.....	220

Обращение к читателю

Уважаемые читатели!

Книга Э. Халл, К. Джексона и Д. Дика является одним из наиболее известных зарубежных руководств по инженерии требований. Изданием этой работы Русский институт системной инженерии – RISE – продолжает публикацию в нашей стране современных зарубежных изданий по системной инженерии.

Сегодня в России инженерию требований можно охарактеризовать как один из наиболее востребованных инженерами-практиками разделов системной инженерии. Современным отечественным предприятиям сейчас остро необходимы специалисты, способные грамотно работать с требованиями на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) инженерной продукции – от замысла до прекращения использования. Особую значимость подобная работа приобретает в случае кооперации с зарубежными поставщиками, которые при создании сложных инженерных объектов давно и планомерно используют современные практики и инструменты работы с требованиями. В частности, практики спецификации требований, обеспечения их полноты, непротиворечивости, реализуемости, прослеживаемости и других необходимых характеристик являются неотъемлемой частью деятельности любого зарубежного инженера, занятого разработкой, производством, испытаниями, модернизацией сложных инженерных объектов. Это позволяет существенно снизить риски превышения стоимости и несоблюдения графика инженерных проектов, а также повысить качество результатов работы. Следует особо отметить, что в центре внимания инженерии требований находятся в основном технические и социотехнические системы, такие как транспортные и энергетические системы, аэрокосмические системы, системы оборонного назначения, а не только ИТ-системы, как считают некоторые отечественные специалисты. При этом значимость инженерии требований в процессе создания сложных ИТ-систем также очень высока.

Отличительной особенностью настоящей книги является комплексный подход к инженерии требований, которая рассматривается в качестве неотъемлемой части системной инженерии, что позволяет обеспечить необходимую общность и фундаментальность описания и распространить содержащиеся в тексте рекомендации на практически любые инженерные системы. В книге в доступной и одновременно достаточно строгой форме обсуждаются все важнейшие аспекты деятельности по разработке, анализу, обеспечению характеристик требований и по управлению требованиями, рассмотрено большое количество полезных примеров.

Книга представит несомненный интерес для инженеров различных профилей и других специалистов, занимающихся созданием сложных технических, социотехнических и организационных систем, она также будет полезна студентам и аспирантам при изучении дисциплин, связанных с проблемами разработки и производства сложных инженерных объектов.

Надеюсь, что настоящее издание поможет специалистам улучшить работу с требованиями на отечественных предприятиях, а преподавателям вузов повысить качество подготовки инженеров, чему сейчас уделяется такое большое внимание. Также рассчитываю, что это издание, как и предыдущие книги по инженерной тематике, изданные в России при

поддержке Русского института системной инженерии, подтолкнет отечественных авторов к созданию собственных актуальных и практически значимых учебных и практических материалов по системной инженерии и инженерии требований.

Как отмечено выше, отечественные специалисты, создающие сложные инженерные объекты, проявляют все больший интерес к методам и инструментам инженерии требований. Благодаря огромной личной работе Щедровицкого П. Г., Ковалевича Д. А. и Бояркина С. А. в отечественной практике проявлена инициатива по переходу на стандарты системной инженерии и по практическому использованию рекомендаций INCOSE в рамках всей атомной отрасли. За впервые примененные на практике в ГК «Росатом» подходы по управлению техническими требованиями в проекте по модернизации ВВЭР ТОИ благодарим руководителей и участников проекта: Локшина А. М., Лимаренко В. И., Полушкина А. К., Асмолова В. Г., Топчияна Р. М., Кучумова А. Ю., Егорова С. В., Дунаева В. Г., Крошила А. Е., Берковича В. Я., Павлова Д. В., Грикурова А. В., Козлова А. А., Столярова О. Н. Также выражаем благодарность инженерам АО «ВНИИАЭС» (генеральный директор Тухветов Ф. Т.), принимавшим участие в разработке стандартов УЖЦ АЭС, и специалистам АО «РАСУ» (генеральный директор Бутко А. Б.), внедряющим передовые инженерные практики в конструирование Российских АСУТП.

Выражаю признательность всем коллегам, которые поддерживают работу Русского института системной инженерии по изданию книг и учебных пособий по инженерно-технической тематике. Надеюсь, что издание данной книги внесет полезный вклад в развитие отечественной инженерной культуры, поможет выявлению и развитию конкурентных преимуществ отечественной инженерной продукции, внесет вклад в формирование языка междисциплинарного общения управленцев и инженеров, а также будет способствовать упрочнению позиций российских атомных технологий на международном рынке.

Г. В. Аркадов,
президент Русского института системной инженерии,
заведующий кафедрой физико-технической информатики МФТИ, профессор

Предисловие редактора перевода

Инженерия требований определяется в современных официальных международных стандартах как междисциплинарная деятельность, являющаяся связующим звеном между доменами приобретателя и поставщика и направленная на установление и поддержание требований, которым должны удовлетворять система, программное обеспечение или услуга, подлежащие рассмотрению¹. Инженерия требований сосредоточена на задачах обнаружения, выявления, разработки, анализа, надежной верификации требований, а также на валидации, выражении, документировании требований и управлении требованиями и является одним из ключевых элементов системной инженерии. Проблематика инженерии требований и соответствующие практики затрагивают все стадии жизненного цикла систем и оказывают определяющее и комплексное влияние на результаты и качество разработки. В последнее время этот факт был осознан и отечественными разработчиками сложных технических систем, а не только представителями ИТ-отрасли. В этой связи Русский институт системной инженерии, продолжая издание лучших зарубежных руководств по системной инженерии, остановился на книге Э. Халл, К. Джексона и Д. Дика «Инженерия требований», которая является одной из наиболее известных и интересных зарубежных работ по инженерии требований.

Несмотря на то что третье издание указанной книги, перевод которого вы держите в руках, вышло около 5 лет назад, а также на наличие в сети перевода на русский язык второго издания этого руководства, оно не только не потеряло своей актуальности для отечественного читателя, но, наоборот, стало еще более значимым, чем раньше. Важнейшая причина состоит в том, что авторы настоящей книги сумели в сравнительно компактной и весьма доступной форме изложить как методические основы инженерии требований в ее увязке с системной инженерией, так и ключевые прикладные аспекты этой дисциплины. Причем авторам удалось описать суть типового процесса инженерии требований в его связи с типовым процессом системной инженерии настолько выпукло и доходчиво, как это, пожалуй, не удавалось никому из специалистов, пишущих на эту тему. Кроме того, очень удобным и полезным для практики является целенаправленное рассмотрение авторами двух аспектов инженерии требований, а именно: инженерии требований в области проблем и в области решений. Такой подход позволяет ассоциировать этапы разработки, которые связаны с самыми абстрактными верхними уровнями описания системы — описанием потребностей, моделированием практического использования и требованиями заинтересованных сторон с областью проблем, тогда как более низкие уровни, начиная с требований к системе в целом, отнести к области решений.

Весьма наглядно и содержательно авторы комментируют проблематику использования моделей в инженерии требований. Здесь приводятся полезные и понятные даже неподготовленному читателю примеры практической и согласованной реализации предмет-

¹ ISO/IEC/IEEE 29148:2011. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла. Инженерия требований.

но- и функционально-ориентированного подходов при работе с требованиями. Причем в центре внимания оказываются не только привычные ИТ-системы, но и примеры из «классической» инженерной практики.

Отдельного внимания заслуживают главы, содержащие пояснения и комментарии к качеству требований как таковых. Для большинства отечественных инженеров, работающих в промышленности, сама по себе постановка вопроса о том, что к системе требований могут и должны быть предъявлены собственные, отдельные требования, является не типичной. Одна из причин состоит в том, что отечественная нормативная база подобную проблему не рассматривает. Здесь, по-видимому, будет полезным упомянуть о том, как этот вопрос трактуется в современных стандартах и руководствах, поскольку с позицией авторов данной книги читатель сможет познакомиться самостоятельно.

Согласно упомянутому выше международному стандарту ISO/IEC/IEEE 29148, каждое требование заинтересованных сторон, требование к системе в целом или к ее элементу должно обладать следующими характеристиками:

- ◇ *необходимость*, т. е. требование должно определять существенную способность, характеристику, ограничение и/или показатель качества. Если требование будет проигнорировано или устранено, то возникнут недостатки, которые не смогут быть полностью устранены за счет других возможностей системы, продукции или процесса;
- ◇ *независимость от реализации*, т. е. требование, определяя то, что необходимо и достаточно в системе, позволяет избежать ненужных ограничений на архитектурные решения. Цель должна достигаться вне зависимости от способа реализации. Требование содержит сведения о том, что требуется, а не о том, как оно может или должно быть выполнено;
- ◇ *недвузначность*, т. е. требование должно быть сформулировано таким образом, чтобы оно могло интерпретироваться только одним способом. Формулировка требования должна быть простой и легкой для понимания;
- ◇ *непротиворечивость*, т. е. требование не должно противоречить другим требованиям;
- ◇ *полнота*, т. е. формулировка должна быть такой, чтобы требование не нуждалось в дальнейшем уточнении или развитии, поскольку полное требование измеримо и в достаточной степени описывает возможности и характеристики, отвечающие потребностям ЗС;
- ◇ *единственность*, т. е. формулировка требования должна относиться только к одному уникальному требованию, которое ни с чем не увязывается;
- ◇ *реализуемость*, т. е. требование должно быть технически осуществимым без необходимости использования принципиально новых технологических достижений, т. е. требование с приемлемым риском может быть реализовано с учетом ограничений, накладываемых со стороны системы (стоимость, график работ, технические возможности, правовые и нормативные ограничения и т. п.);
- ◇ *прослеживаемость*, т. е. требование должно быть прослеживаемым снизу вверх к конкретной, документально зафиксированной потребности (потребностям) ЗС, к требованию более высокого уровня или к другому источнику (проектному решению, результатам исследования затрат и т. п.). Требование также должно быть прослеживаемым сверху вниз к конкретным требованиям, содержащимся в специ-

фикациях требований более низкого уровня или в других документах, описывающих систему. Таким образом, все относящиеся к требованию связи «порождающий/порожденный» определяются так, чтобы требование прослеживалось и к его источнику, и к реализации;

- ◇ *проверяемость*, т. е. требование должно позволять получение свидетельства того, что система удовлетворяет установленному требованию. Проверяемость улучшается, если требование измеримо.

Кроме того, согласно тому же стандарту, определенными характеристиками должен обладать и набор (совокупность) требований, среди этих характеристик:

- ◇ *полнота*, т. е. набор требований не нуждается в дальнейшем развитии, поскольку включает все имеющее отношение и необходимое для определения системы или ее элемента, подлежащего определению;
- ◇ *согласованность*, т. е. в составе набора должны отсутствовать индивидуальные требования, которые противоречат друг другу, а также дублируют друг друга;
- ◇ *приемлемость*, т. е. решение, удовлетворяющее набору требований, должно быть доступно/достижимо в пределах ограничений (стоимость, график работ, технические возможности, правовые и нормативные ограничения и т. п.), возникающих на протяжении ЖЦ;
- ◇ *разумная достаточность*, т. е. набор требований должен иметь отношение только к определенной стороне предполагаемого решения и не включать требований, выходящих за пределы того, что необходимо для удовлетворения потребностей пользователя.

В свою очередь, «Руководство к своду знаний по системной инженерии»¹ указывает на такие типичные ошибки инженерии требований, как недостаточный анализ требований заинтересованных сторон, недостаточный анализ сценариев и режимов использования системы, неполнота требований к системе, недостаточное внимание к верификации требований, отсутствие прослеживаемости требований. К сожалению, все указанные ошибки являются типичными для отечественных специалистов, занятых разработкой сложных инженерных объектов, поэтому данная книга, где эти вопросы подробно рассмотрены, может оказаться для них весьма полезной.

Множество рекомендаций в области инженерии требований, полезных для практикующего инженера и включающих проблематику требований к требованиям, содержат такие издания, как «Рекомендации по разработке и проектированию самолетов и систем для гражданской авиации»², «Справочник по системной инженерии Национального аэрокосмического агентства США»³, «Руководство по системной инженерии Федерального управления гражданской авиации Министерства транспорта США»⁴, и ряд других про-

¹ Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK). Версия 1.6. URL: [http://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_\(SEBoK\)](http://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK)).

² SAE Standard ARP 4754A Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems. Revised: 2010-12-21. URL: <http://standards.sae.org/arp4754a/>.

³ NASA/SP-2007-6105 Rev1 Systems Engineering Handbook. URL: <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20080008301.pdf>.

⁴ FAA Systems Engineering Manual. Version 1.1. September 2015. URL: https://sep.faa.gov/policy_and_guidance/main.

фессиональных руководств. Содержащиеся в этих источниках конкретные положения в сочетании с методическими рекомендациями и примерами, представленными в настоящей книге, могут в руках творчески ориентированного инженера стать незаменимым подспорьем в процессе формирования конкурентоспособной инженерной среды на его предприятии.

Инженерия требований в ее сегодняшнем понимании, которое удалось полноценно и достаточно подробно отразить авторам, представляет собой комплексный процесс. Этот процесс включает как профессиональную инженерную составляющую (синтез, анализ, документирование, верификация и т. п. требований), так и развитую управленческую составляющую (управление требованиями со стороны разработчика, покупателя, продавца и т. п.). Такой подход стал сегодня общеупотребительным в зарубежной практике создания систем, но, к сожалению, не нашел отражения ни в отечественной литературе по разработке систем, ни в практике работы российских высокотехнологичных компаний. Кроме того, отечественная нормативная база по разработке сложных инженерных объектов содержит весьма расплывчатые рекомендации в части инженерии требований. Если в тактико-техническом задании, которое является исходным техническим документом, устанавливающим комплекс тактико-технических требований к создаваемому изделию, и может, в определенной степени, рассматриваться как документ, отражающий требования заинтересованных сторон, еще допустимо при описании требований предполагать их возможное несовершенство в части характеристик, определенных ISO/IEC/IEEE 29148 (прослеживаемость, единственность, непротиворечивость и т. д.), то применительно к техническому заданию, которое является документом, устанавливающим комплекс технических требований к создаваемому изделию в целом и к его составным частям, такое несовершенство требований недопустимо. Однако отечественная практика, сложившаяся еще в то время, когда все виды работ по созданию сложных инженерных объектов можно было полностью выполнить вручную, продолжает мириться с тем, что требования к требованиям не предъявляются, что в результате приводит к многократному увеличению рисков несоблюдения сроков и бюджета проектов. В этих условиях данная книга, содержащая комплекс понятных, методически выверенных, широко используемых в практике ведущих зарубежных компаний рекомендаций по постановке процесса инженерии требований в компании, может оказаться особенно актуальной.

Мне уже приходилось писать, что при создании сложных инженерных объектов всегда существует множество путей, которые, как кажется, могут привести к успеху, но выбор правильного пути — очень непростая задача. К этому можно добавить, что началом пути всегда является работа с требованиями. Таким образом, без качественной, современной, осознанной, поддержанной необходимыми программно-техническими средствами инженерии требований сегодня невозможно даже подумать об организации конкурентоспособной инженерной деятельности. Надеюсь, что эта книга поможет и практикующим инженерам, и тем, кто готовит себя к профессиональной инженерной работе в профессиональном развитии.

В. К. Батоврин

E-mail: batovrin@mirea.ru

Предисловие к третьему изданию

Мы всегда стремимся к тому, чтобы материал в нашей книге соответствовал современным условиям, поэтому основной причиной создания новой редакции стала необходимость адаптации к самой последней версии DOORS. После выхода второго издания компания Telelogic, разработчик DOORS, была поглощена корпорацией IBM, и инструментальное средство DOORS стало частью программного продукта IBM/Rational. Основные функции DOORS не изменились, но пользовательский интерфейс был значительно усовершенствован. Поэтому глава 9 отредактирована для соответствия версии 9.2 DOORS.

В то же время ощущалась необходимость более точного определения инженерии требований. В литературе мы не обнаружили удовлетворительного определения, поэтому в главе 1 уделили особое внимание этому вопросу.

Кроме того, в главе 8 приведено подробное описание управленческих аспектов инженерии требований применительно к производству продукции. Небольшие разнообразные изменения внесены в текст всей книги.

Мы надеемся, что для читателей — студентов и инженеров — книга останется ценным источником знаний по данной теме.

Апрель 2010 г.

— Элизабет Халл
Ken Jackson Jeremy Dick

Предисловие ко второму изданию

Второе издание появилось достаточно быстро после первого, и это показывает, насколько быстро изменяется и развивается предмет, которому посвящена книга. За прошедшие два года в инженерии требований были достигнуты заметные успехи, и все они отражены в этом новом издании.

Существенно обновились те части, в которых в центре внимания находится процесс моделирования, здесь описывается более широкий набор методик системного моделирования. Представлен язык моделирования UML2, недавно ставший стандартом, одобренным группой OMG. Кроме того, подробным образом рассматривается связь между управлением требованиями и моделированием, которая тесно связана с концепцией расширенной прослеживаемости.

Глава с описанием инструментального средства для управления требованиями DOORS переработана с учётом использования версии 7 этой программы и дополнена примерами с использованием DOORS/Analyst, показывающими, как концепции моделирования могут быть определены и реализованы в DOORS.

Книга по-прежнему предназначена для студентов и специалистов-практиков в области системной инженерии, заинтересованных в повышении уровня знаний для применения инженерии требований при разработке систем.

Как и прежде, актуальные дополнительные материалы доступны на веб-сайте <http://www.requirementsengineering.info>.

Июнь 2004

— Элизабет Халл
Ken Jackson Jeremy Dick

Предисловие к первому изданию

Инженерия требований — это здравый смысл, но воспринимается она с трудом и не всегда правильно понимается. По этим причинам в большинстве случаев инженерия требований применяется неправильно. При постоянно растущем давлении организации часто начинают понимать, что главная проблема заключается в отсутствии упорядоченной и правильной методики использования инженерии требований, целью которой является надлежащее исполнение необходимой работы, поэтому задачей инженера по требованиям является определение наилучших способов, помогающих организации достичь своей цели.

Системная инженерия жизненно необходима в современной промышленности, а инженерия требований является важным этапом в общем процессе системной инженерии. Правильно организованный процесс — это ключевой момент в инженерии требований: он определяет, насколько эффективно и быстро можно производить продукцию. Это особенно важно в условиях глобальной рыночной конкуренции, где «время вывода на рынок» и соответствие требованиям заинтересованных сторон являются главными факторами успеха.

Кроме того, инженерия требований занимается проблемами управления, таким образом, вопросы, связанные с требованиями и управлением, рассматриваются совместно, чтобы показать, как требования могут использоваться в управлении разработкой систем.

В этой книге основное внимание сосредоточено на инженерии требований и на том, как помочь системным инженерам создавать требования более высокого качества. Представлен типовой процесс, который помогает читателю глубже понять сущность инженерии требований. Затем рассматривается создание конкретных экземпляров этого процесса применительно к разработкам как в области проблем, так и в области решений. Кроме того, в книге рассматривается концепция системного моделирования и описываются различные широко применяемые на практике способы и приемы, а также распространенные методы. Важной особенностью книги является представление методик прослеживаемости с определением и обсуждением метрик, которые могут быть выведены на основе прослеживаемости. В заключительной части книги представлен обзор DOORS — инструментального программного средства для управления требованиями. Здесь же используется учебный пример для наглядной демонстрации процесса, описываемого в книге, и возможностей данной программы.

Эту книгу должны прочитать те системные инженеры (инженеры по требованиям), которые работают в промышленности и, являясь практиками, заинтересованы в повышении уровня своих знаний в области инженерии требований и применении этой дисциплины при разработке систем. Книга также будет полезной для студентов последнего года обучения по специальностям «Информатика», «Программная инженерия» и «Системная инженерия», изучающих курс «Инженерия требований», а также аспирантов, специализирующихся в области информатики или в более общей области инженерии в целом.

Подход к изложению материала, принятый в книге, основан на текущих исследованиях в области инженерии требований, однако это не только академический подход, но и практическая методика, выстроенная на основе постоянно пополняющегося опыта работы в промышленности, цель которой — помочь системным инженерам более успешно управлять требованиями (и проектами). Книгу можно считать «мгновенным снимком» текущего состояния стремительно развивающейся области знаний, то есть того, что мы считаем наилучшим практическим опытом применения инженерии требований на сегодняшний день.

Актуальные материалы, дополняющие данную книгу, доступны на веб-сайте <http://www.requirementsengineering.info/>.

Май 2002

— Элизабет Халл
Ken Jackson Jeremy Dick

Благодарности

Спасибо всем людям и организациям, которые помогли создать эту книгу:

- ◇ Ричарду Стивенсу (Richard Stevens), который вдохновил нас своей работой в области управления требованиями и заложил основу для написания этой книги. Он был основателем компании Requirements Engineering Ltd. (в дальнейшем Quality Systems и Software Ltd.), которая разработала программу DOORS;
- ◇ Лесу Оливеру (Les Oliver) (в то время он работал в компании Astrium) за помощь в разработке диаграмм состояний для процессов согласования, проверки соответствия и выполнения требований;
- ◇ компании Praxis Critical Systems (ныне Altran Praxis) за первоначальную концепцию обоснования проектного решения, развившуюся в дальнейшем в концепцию *расширенной прослеживаемости*;
- ◇ Кейт Кольер (Keith Collyer), Джилл Бёрнет (Jill Burnett) и другим коллегам из Telelogic Ltd. за их вклад в развитие идей и концепций, представленных в данной книге, а также за критические обзоры, комментарии, предложения и за общую поддержку.

Глава 1

Введение

*«Когда человек не знает, к какой пристани он держит путь,
для него ни один ветер не будет попутным»*

— Луций Анней Сенека,
римский философ, IV г. до н. э. — 65 г. н. э.

1.1. Знакомство с требованиями

Если проектам по созданию систем требуется «попутный ветер», то это особенно актуально в наши дни. Быстро изменяющиеся технологии и ужесточающаяся конкуренция оказывают постоянно растущее негативное воздействие на процесс разработки. Эффективная инженерия требований является важной составной частью способности организации держать верный курс и не отставать от конкурентов в условиях неуклонного возрастания сложности.

В настоящее время программное обеспечение (ПО) является главной движущей силой, вызывающей изменения новой продукции. Эта тенденция обусловлена тремя ключевыми факторами:

- 1) *непредсказуемая сложность*. Сложность большинства комплексных систем обусловлена ПО, встроенным в элементы системы и являющимся неотъемлемой частью этих элементов. Сложность подобной продукции ограничивается только *воображением ее создателей*;
- 2) *моментальное распространение*. Современная компания может придумать новое решение, реализовать его посредством ПО и моментально распространить по всему миру. Например, компания, производящая автомобили, может усовершенствовать ПО своей диагностической системы, после чего передать его в электронном виде десяткам тысяч автосалонов буквально за день;
- 3) *коммерческие продукты, готовые к применению*. Сегодня при создании систем все чаще используются коммерческие продукты, готовые к применению (COTS-продукты¹), что позволяет сократить цикл разработки продукции.

В конечном итоге под воздействием этих факторов быстро растут конкуренция и возможность монополизации преимуществ новой технологии без необходимости содержания и обслуживания крупных производственных комплексов. Такая ситуация заставляет сокращать цикл разработки и время на практическое внедрение технологии. Но сокращения

¹ COTS (Commercial Of The Shelf) — продукты, которые изготавливаются, продаются, арендуются или лицензируются для широкого потребления; предлагаются продавцом для получения прибыли; поддерживаются и развиваются продавцом, сохраняющим за собой права интеллектуальной собственности; доступны во множестве идентичных копий; могут быть непосредственно, без модификации использованы в проекте // Meyers B. G., Oberndorf P. Managing software acquisition: open systems and COTS products. Addison-Wesley, 2001.

времени вывода продукта на рынок недостаточно. Истинная цель — минимизация времени вывода на рынок «правильной» продукции, действительно необходимой рынку в текущий момент. Установление требований позволяет получить обобщённое наглядное представление о продукции, которая будет пользоваться спросом. Инженерия требований, являясь жизненно важной частью процесса системной инженерии, сосредоточена в первую очередь на определении предметной области и описании проблем, а также на их увязке со всей последующей информацией, касающейся разработки. Только таким способом можно контролировать и направлять проектную деятельность для получения необходимого решения без излишних затрат.

Требования — это основа любого проекта. Требования определяют, что хотят получить от создаваемой системы заинтересованные стороны — пользователи, заказчики, поставщики, разработчики, бизнесмены и/или коммерческие организации — и какими свойствами должна обладать система для удовлетворения их запросов. Поскольку требования должны быть ясны любой заинтересованной стороне, их следует формулировать на естественном языке, но в этом заключена определённая сложность: необходимо составить полное и недвусмысленное описание потребности или задачи, не прибегая к специальной терминологии или условиям. После обсуждения и принятия требования становятся базисом для управления всей проектной деятельностью. Следует учесть, что нужды и потребности заинтересованных сторон бывают многочисленными, различными по природе, а также противоречивыми. Эти нужды и потребности могут быть не вполне чётко определены в начале работы, могут быть ограничены плохо управляемыми факторами или находиться под влиянием интересов, которые, в свою очередь, подвержены изменениям во времени. Если требования в своей основе не будут относительно стабильны, то разработка будет продвигаться с большим трудом. Отчасти это похоже на решение пуститься в морское путешествие без определённой цели и без навигационной карты. Требования представляют собой и «навигационную карту», и средства, позволяющие достичь намеченной цели.

Согласованные и одобренные требования обеспечивают основу для планомерной и успешной деятельности по созданию системы и ее дальнейшего эффективного использования. Они имеют принципиальное значение при поиске разумных и обоснованных компромиссов и ещё более важны, когда возникает необходимость изменений, неизбежно происходящих в процессе разработки. Как можно оценить влияние какого-либо изменения без тщательно проработанной модели исходной системы? А в какое состояние возвратится эта система, если изменение необходимо будет отменить?

Как только определена проблема, подлежащая решению, и намечены способы достижения поставленной цели, следует оценить вероятность неудачи в процессе получения удовлетворительного решения. Немногие спонсоры или заинтересованные стороны готовы поддержать разработку продукции или системы в отсутствие конкретной стратегии управления рисками. Требования позволяют наладить управление рисками с первых моментов процесса разработки. Риски, связанные с отдельными требованиями, могут быть прослежены, влияние этих рисков оценено, а результаты реализации планов смягчения рисков и резервных планов осмыслены задолго до того, как возникает необходимость существенных затрат на опытно-конструкторские работы.

Таким образом, требования формируют основу для:

- ◇ планирования проекта;
- ◇ управления рисками;
- ◇ приёмочных испытаний;

- ◇ выбора взаимосогласованного, компромиссного решения;
- ◇ контроля изменений.

Причины неудачи проектов чаще всего лежат за пределами технической области. В табл. 1.1 приведены сведения о причинах неудачи ряда проектов. Данные получены по итогам опросов, проведённых международной организацией Standish Group в 1995–1996 гг. Причины неудачи проектов, обозначенные в табл. 1.1 звёздочкой, напрямую связаны с определением требований.

Таблица 1.1. Причины провала проектов

* Неполнота требований	13,1%
* Недостаточное вовлечение пользователей в процесс проектирования	12,4%
Недостаток ресурсов	10,6%
* Нереалистичные (завышенные) ожидания	9,9%
Недостаточная поддержка со стороны лиц, принимающих решения	9,3%
* Изменение требований/спецификаций в процессе разработки	8,7%
Недостатки планирования	8,1%
* Отпала необходимость в разрабатываемом продукте	7,5%

Источники: Standish Group 1995 & 1996; Scientific American. 1994. Sept.

Обозначенные проблемы можно разделить на три основные категории.

Требования — слабо структурированы, нечетко, двусмысленно определены, слабо увязаны с потребностями заинтересованных сторон, изменчивы, избыточны, нереалистичны и завышены.

Проблемы управления ресурсами — ошибки при определении необходимых финансовых ресурсов и недостаток поддержки или неспособность наладить необходимую дисциплину и качественное планирование — причиной многих проблем этой категории является слабое управление требованиями.

Политики — оказывают непосредственное воздействие на обе вышеназванные категории.

Все названные проблемы можно устранить с относительно невысокими затратами.

Факторы, определяющие успех проектов, не являются зеркальным отражением перечня причин, приводящих к неудаче проекта, но из табл. 1.2 видно, что поддержка управленческой деятельности и надлежащее планирование имеют принципиальное значение — по мере укрупнения и роста длительности проекта вероятность его неудачного завершения растет (источник: Scientific American. 1994. Sept.).

В этой книге рассмотрен инженерный подход к работе с требованиями в целом и к управлению требованиями в частности. Описаны различия между требованиями заинтересованных сторон и требованиями к системе, показано, как следует использовать требования для управления разработкой системы. Также показано, каким образом прослеживаемость требований от требований заинтересованных сторон к требованиям к системе и далее к требованиям к проектным решениям может быть использована для оценки развития проекта, управления изменениями и оценки рисков. Читатель узнает о тех свойствах требований, которые позволяют использовать их для валидации и верификации проектных решений, при этом особое внимание будет уделено необходимости выработки проектных решений, пригодных к интеграции и позволяющих легко наладить проверку соответствия.

Таблица 1.2. Факторы, определяющие успех проектов

* Привлечение пользователей к процессу проектирования	15,9%
Поддержка управленческой деятельности	13,9%
* Понятное описание требований	13,0%
Надлежащее планирование	9,6%
* Реалистичные ожидания	8,2%
Достаточная плотность (во времени) точек принятия решений	7,7%
Квалификация персонала	7,2%
* Право собственности (на разрабатываемый продукт)	5,3%

Источники: Standish Group 1995 & 1996; Scientific American. 1994. Sept.

Кроме того, важна взаимосвязь между управлением требованиями и управлением проектами, что нашло отражение в появлении в книге главы 8 «Управленческие аспекты инженерии требований».

1.2. Введение в системную инженерию

Эта книга — не только о требованиях к программному обеспечению. Принципы и практика инженерии требований применимы и к комплексным системам, где ПО может играть небольшую роль.

Рассмотрим железнодорожную систему, например West Coast Mainline между Лондоном и Глазго. Требование высокого уровня к этой системе может быть сформулировано следующим образом: поездка с вокзала Euston Station в Лондоне до города Глазго в Шотландии не должна занимать более 250 минут. Выполнение этого единственного требования является результатом согласованного взаимодействия всех основных компонентов рассматриваемой системы:

- ◇ поездов и их скоростей;
- ◇ рельсовых путей и их способности поддерживать движение высокоскоростных поездов;
- ◇ промежуточных станций и обслуживающего персонала этих станций, а также затрат времени на обслуживание поездов;
- ◇ машинистов и их способности управлять поездами;
- ◇ подсистем сигнализации;
- ◇ подсистем управления поездами и контроля их движения;
- ◇ подсистем энергоснабжения.

Поскольку ПО подсистем сигнализации и управления играет важную роль при выполнении главного требования, невозможно их рассматривать по отдельности. Полное решение подразумевает общее решение для системы в целом. Фактически большинство требований выполняется благодаря свойствам, которые характерны для системы в целом.

Так какой смысл вкладывается в понятие «система»?

Система – упорядоченная совокупность взаимодействующих элементов – аппаратных, программных, а также людей, объединенных между собой для достижения желаемого результата, то есть для выполнения определённых требований.

Таким образом, люди могут входить в состав системы. В компании West Coast Mainline машинисты и обслуживающий персонал станций — приобретенные ими в результате обучения знания и навыки — не менее важны, чем программные и аппаратные компоненты.

Поскольку компоненты системы непременно должны взаимодействовать, интерфейсы между ними находятся в центре внимания в системной инженерии (и в инженерии требований), а именно: интерфейсы человек—машина, машина—машина, ПО—машина, ПО—человек, а также ПО—ПО. Применительно к железнодорожной системе в качестве примера интерфейса машина—машина можно привести интерфейс «колёса поезда — рельсовый путь». Кроме физического взаимодействия (которое рассчитано таким образом, чтобы обеспечить направленное движение поезда точно по рельсовому пути без возможности случайного схода) здесь имеют место и другие виды взаимодействия, например, электрический ток, текущий по рельсам, может использоваться для определения присутствия поезда на участке пути, то есть в подсистеме управления поездом.

В основе концепции системы лежит идея эмерджентных свойств. Это означает, что возможности и свойства системы не сводятся к совокупности свойств ее отдельных элементов, но возникают благодаря взаимодействию между этими элементами и зависят также от того, каким образом это взаимодействие организовано. Эмерджентные свойства могут быть желательными, и в этом случае они прогнозируются и воплощаются при создании системы, в результате чего она становится пригодной для использования по назначению. С другой стороны, эмерджентные свойства могут быть нежелательными, то есть могут приводить к непредвиденным побочным эффектам, таким как, например, нанесение ущерба окружающей среде.

Одна из характерных особенностей системной инженерии заключается в том, что она помогает закрепить желательные эмерджентные свойства и избежать возникновения нежелательных.

Другая важная концепция — это «система систем» (system of systems). Каждая система может рассматриваться как часть более крупной, объемлющей системы. Например, железная дорога West Coast Mainline является частью железнодорожной сети страны и частично пересекается с другими главными и второстепенными железнодорожными маршрутами. Вся железнодорожная система в целом представляет собой часть более крупной транспортной системы и взаимодействует различными способами с сетями автомобильных дорог и авиалиний. Сама транспортная система предоставляет важнейшую инфраструктуру для перемещения людей и товаров как одну из отраслей экономики страны. Страна является частью мирового сообщества и т. д.

Для правильного понимания требований к системе необходимо понять, какова объемлющая система. Зачастую правильное функционирование системы зависит от условий, определяемых со стороны объемлющей системы. Например, возможность полёта на вертолёте зависит от состояния окружающей среды, включая почву, гравитационное поле и атмосферу.

Рассмотрим более простой пример: обычная чашка (рис. 1.1). Очевидно, что её элементами являются: ручка и ёмкость для жидкости. Для каких целей предназначены эти элементы? Ёмкость удерживает жидкость, а ручка позволяет удерживать чашку, не обжигаясь, если жидкость слишком горячая. Кто-то может сделать вывод, что назначение чашки или требование к чашке состоит в том, чтобы позволить человеку перемещать горячую жидкость к себе в рот, не проливая её и не обжигаясь.



Рис. 1.1. Чашка как простейшая система

Эта простая на вид чашка имеет множество интерфейсов. Её можно устойчиво разместить на ровной поверхности, её можно держать в руке, её можно наполнить жидкостью и опорожнить. Обязательным является интерфейс с жидкостью для её удержания в ёмкости, а также обязательной является операция доставки жидкости в рот человека.

Но здесь имеют место и другие соображения:

- ◇ сама по себе чашка не приносит пользы. Возможность достижения цели зависит от движения человеческой руки;
- ◇ полезность ёмкости чашки полностью определяется наличием гравитации, необходимой для удержания жидкости внутри. Кроме того, чашка требует правильного обращения: если перевернуть чашку вверх дном, то жидкость выльется, при этом можно сильно обжечься.

Таким образом, можно сделать обобщающее заключение о том, что эта простая чашка может быть использована по назначению, если соблюдены следующие условия:

- ◇ наличие свойств, возникающих в результате взаимодействия с элементами чашки;
- ◇ наличие надлежащих интерфейсов с внешними элементами;
- ◇ правильное включение чашки во внешнюю объёмлющую систему — чашку должна держать и подносить ко рту человеческая рука;
- ◇ наличие соответствующей окружающей среды — в условиях невесомости потребуются другое решение.

Подводя итоги, следует отметить, что инженерия требований должна принимать во внимание природу создаваемых систем. Кроме того, в центре внимания должны находиться эмерджентные свойства, ограничения и возможности, определяемые внешней средой, а также интерфейсы с окружающими системами.

1.3. Определение инженерии требований

Требования неразрывно связаны с другими аспектами системной инженерии и управления проектами, поэтому, указать подходящие границы для определения инженерии требований достаточно трудно.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru