Батоврин В. К.

Системная и программная инженерия

Словарь-справочник

Допущено учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 230200 «Информационные системы»

ДМК Пресс
издательство
Москва, 2010

УДК 004
ББК 32.817+32.973.2
Б28

Р е ц е н з е н т ы:

проректор по информатизации, зав. кафедрой информационных систем МГТУ «Станкин», докт. техн. наук, профессор *Б. М. Позднеев*,
зав. кафедрой «Интеллектуальные технологии и системы» МИРЭА (ТУ), профессор *В. В. Нечаев*,
зав. кафедрой «Информационные бизнес-системы» МФТИ (ГУ), канд. техн. наук, доцент *М. И. Нежурина*

Батоврин В. К.
Системная и программная инженерия. Словарь-справочник: учеб. пособие для вузов. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 280 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-592-1

В книге приведено описание наиболее употребительных терминов, методов, понятий и процессов системной и программной инженерии, а также родственных дисциплин, связанных с созданием систем и управлением их жизненным циклом. Содержит аннотации важнейших международных, межгосударственных и национальных стандартов в этой области.

Издание предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 230200 «Информационные системы», 230100 «Информатика и вычислительная техника» и 220100 «Системный анализ и управление», а также по смежным направлениям и специальностям. Кроме того, пособие будет полезно преподавателям, научным работникам, инженерам и аспирантам, занимающимся вопросами управления жизненным циклом и создания систем различного назначения, в том числе программного обеспечения.

УДК 004
ББК В162я73

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.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-592-1

© Батоврин В. К., 2009
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2010

Отзыв – предисловие

Дорогие коллеги. Перед вами книга, назначение которой стать своеобразным флагманом во фронте бурно развивающейся отрасли знаний – системной и программной инженерии.

Когда лет двадцать назад возникло прикладное исследовательское направление, связанное с проектным управлением, никто и не подозревал, что в скором времени оно станет столь эффективным инструментом в реализации целевых крупномасштабных проектов.

Сегодня глобализация и информатизация практически всех значимых социальных процессов привели к пониманию необходимости создания адекватных этим процессам систем управления, способных согласовать возникающие противоречия, минимизировать катастрофические риски и дать новый импульс к развитию технологий, государственных проектов и социальных отношений.

Построить такие системы без единого функционального, архитектурного и информационного проектирования невозможно. Этим и занимается системная и программная инженерия. А самые важные принципы проектирования сложных систем закладываются в системе международных стандартов, которая в настоящее время проходит фазу становления.

До сих пор нет единого международного терминологического словаря, позволяющего работать в едином понятийном пространстве, а ряд терминов не имеет аналогов в национальных языках. Частично восполнить этот пробел должно настоящее издание, которое дает интерпретацию терминов, и что особенно важно с вариациями и со ссылками на общепризнанные мировые первоисточники.

Словарь терминов как учебное пособие очень важен для образовательного процесса, потому что сложные системы нового поколения для крупных государственных и международных проектов будут создаваться сегодняшними студентами. Их инженерная деятельность будет успешной, если они получат комплексные знания и системное мышление в согласованных рамках передовых стандартов.

Учить нужно тому, что будет общепризнанным через 10-15 лет. Поэтому мы включили курс «Системная инженерия» как один из образующих в образовательные магистерские программы Академии IBS, направленные на подготовку специалистов по ключевым специальностям в жизненном цикле создания и эксплуатации сложных информационных систем – «консультант в области информационных технологий», «системный архитектор», «системный аналитик», «консультант по внедрению информационных систем».

Желаю всем пользователям настоящего издания успешной учебы, интересных проектов и карьерного роста.

С глубоким уважением ко всем, кто трудится в этой непростой, но очень важной и интересной области человеческих отношений.

Директор Академии IBS
доктор технических наук, профессор А.Ю. Силантьев

Предисловие

Автор в течение ряда лет читает лекции для студентов, аспирантов и преподавателей вузов по вопросам создания систем, основанных на компьютерах и активном использовании программных средств. В основе создания эффективных систем лежит творчески осмысленный и хорошо формализованный человеческий опыт, поэтому первоначально в учебном пособии предполагалось представить материал о сложившейся сегодня системе международных стандартов системной и программной инженерии (СиПИ) и отраженной в этих спецификациях методологической основе деятельности по управлению жизненным циклом и созданию систем, основанных на компьютерах. Кроме того, предполагалось описать основные цели, задачи, методы и средства СиПИ, представляющей собой комплексную дисциплину, важность изучения которой студентами, в частности будущими специалистами в области информационных систем (ИС), а также информационных технологий и их применения, до сих пор недостаточно осознана в нашей стране. Однако по мере работы над рукописью стало очевидно, что система понятий и терминов, используемых в области СиПИ и смежных дисциплин, связанных с этой областью человеческой деятельности, требует отдельного рассмотрения. По-видимому, важнейшей причиной здесь является то, что, с одной стороны, зарубежные издания, посвященные СиПИ, оперируют достаточно устойчивой и обширной системой терминов и понятий, восходящих к общепризнанным международным стандартам, но с другой – следует признать, что содержание упомянутых стандартов, даже тех, которые введены в качестве национальных стандартов Российской Федерации, например, таких важнейших документов, как ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–99 «Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств» или ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288–2005 «Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем», зачастую остается в нашей стране малоизвестным как для учащихся, так и для исследователей и инженеров, занятых профессиональной деятельностью в области информационных технологий и создания систем на их основе.

Следует также отметить, что свод международных стандартов в области СиПИ постоянно развивается. Так, созданный ИСО и МЭК Объединенный технический комитет 1 (Joint Technical Committee 1 – JTC1) только за последние пять лет разработал около 40 соответствующих спецификаций. Важно и то, что основные понятия и концепции, на которых базируется СиПИ, такие как система, процесс, жизненный цикл и т. п., в том виде, в котором они используются в международных стандартах, практически не нашли отражения в отечественной учебной литературе.

В учебном пособии собрано более 500 словарных статей, посвященных главным образом вопросам построения систем, включая программные системы, и определяющих основные понятия и термины данной предметной области на достигнутом уровне развития СиПИ. Содержание статей, как правило, отражает положения наиболее востребованных международных стандартов и спецификаций, а также других нормативных технических и методических материалов влиятель-

ных международных организаций, занятых исследованиями и разработками в сфере СиПИ.

При подготовке словарных статей использовались и национальные стандарты, в частности, комплекс стандартов ГОСТ 34, который, несмотря на некоторую устарелость, до сих пор весьма популярен в нашей стране. Ссылки на соответствующие спецификации-источники приводятся в каждой словарной статье, кроме того, в приложении к словарю имеются аннотации всех этих документов. В тех случаях, когда термин введен в некотором стандарте и повторен в проекте международного стандарта ISO/IEC FCD 24765 «Системная и программная инженерия. Словарь», ссылка дается на исходный стандарт. В случае, когда термин вводится в упомянутом словаре, ссылка дается непосредственно на него. В заголовке словарных статей термины приводятся на русском и английском языках, исключение составляют случаи, когда за основу взят национальный стандарт, а соответствующий термин на английском языке в нем отсутствует. Словарь не следует рассматривать в качестве первоначального учебного пособия или введения в СиПИ, предполагается, что читатель имеет предварительные сведения об информационных технологиях и их использовании при создании систем в интересах человека.

При подготовке материала в первую очередь использовались ключевые, по мнению автора, международные стандарты СиПИ, а именно: ISO/IEC 12207:2008 «Systems and software engineering – Software life cycle processes» и ISO/IEC 15288:2008 «Systems and software engineering – System life cycle processes», важнейшими отличительными чертами которых является взаимная гармонизация, а также актуализация их содержания по отношению к ранее действовавшим версиям, что позволяет говорить о начале формирования единой системы международных стандартов, обеспечивающих методологическое обоснование построения систем различных классов и назначения. Кроме того, в тексте, как уже указывалось, учтены положения популярного в нашей стране комплекса стандартов на автоматизированные системы ГОСТ 34. В части, касающейся управления проектами, использовалась информация, содержащаяся в третьем издании Руководства к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK). При освещении понятий и терминологии, относящихся к управлению качеством, использовались стандарты группы ГОСТ Р ИСО 9000 и новые стандарты группы ISO/IEC 25000 «Программная инженерия. Требования к качеству и оценка программных продуктов» (Software Engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)). Кроме того, при работе над рукописью использовался, как указано выше, проект словаря, разрабатываемого 7-м подкомитетом «Программная и системная инженерия» JTC1, а именно: ISO/IEC FCD 24765 – «Системная и программная инженерия. Словарь». Следует отметить, что терминология в проекте этого стандарта согласована с подходами, принятыми в базовых стандартах по терминологии в области ИТ (стандарты группы ISO/IEC 2382), в частности ISO/IEC 2382-1:1993 – «Информационная технология – Словарь – Часть 1: Основные термины».

Работа по гармонизации системы международных стандартов СиПИ началась сравнительно недавно, зачастую одно и то же понятие по-разному определяется

в различных стандартах. Поэтому при описании понятий, процессов и объектов в словаре широко использовались семейства определений, ссылки на соответствующие источники всегда содержатся в словарных статьях.

В случаях, когда в используемых стандартах содержатся не согласованные друг с другом определения одного и того же понятия, автор попытался выделить определения, которые, по его мнению, могут иметь наиболее широкую область применения. Другие версии, включая возможности их использования, обсуждаются в примечаниях к словарным статьям. Кроме того, в примечаниях к словарным статьям ряд терминов и определений раскрывается более подробно, при этом в качестве основы комментариев использовались соответствующие стандарты.

Словарь никак не претендует на признание завершенным и исчерпывающим трудом в области понятий и терминологии СиПИ, его основное назначение – в предоставлении возможности быстрого получения сведений по первоочередным вопросам СиПИ, которые постоянно возникают при создании систем, основанных на компьютерах. Кроме того, указатели русскоязычных и англоязычных терминов позволяют в определенной степени установить соответствие между всеми разделами изложенного материала.

При написании учебного пособия использованы материалы, подготовленные автором для студентов, обучающихся по магистерским программам, реализуемым на корпоративном факультете компании IBS (ООО «Информационные бизнес-системы») в Московском физико-техническом институте (государственный университет) – МФТИ под управлением Академии IBS.

Также использовались материалы занятий, которые проводились автором для студентов Московского государственного института радиотехники, электроники и автоматики (технический университет) – МИРЭА и для профессорско-преподавательского состава вузов страны – слушателей Межвузовского института повышения квалификации МИРЭА – по дисциплинам «Системная инженерия», «Проектирование информационных систем», «Открытые информационные системы» и ряду других.

Издание предназначено для студентов, обучающихся по направлению 230200 «Информационные системы», а также по направлениям 230100 «Информатика и вычислительная техника» и 220100 «Системный анализ и управление». Учебное пособие будет полезно и для студентов, обучающихся по другим направлениям и специальностям, при изучении дисциплин, связанных с созданием систем, основанных на компьютерах. Кроме того, эта книга может пригодиться и специалистам, включая преподавателей, работающих в этой сфере.

Выражаю большую благодарность Е.З. Зиндеру, М.Р. Когаловскому, Б.М. Позднееву, М.И. Нежуриной, А.Я. Олейникову, А.Ю. Силантьеву, дискуссии с которыми по современным проблемам стандартизации и создания систем во многом способствовали возникновению у автора желания поставить курс по системной инженерии.

Кроме того, выражаю искреннюю признательность студентам магистратуры IBS Горину С.А., Пырикову С.А. и Силантьеву Д.А., оказавшим большую помощь в подготовке рукописи к печати.

Системная и программная инженерия – это быстро развивающаяся область науки и техники, которая постепенно становится ключевой для всех, кто имеет

отношение к созданию систем в интересах человека. Хотя автор затратил многие сотни часов на работу со спецификациями, имеющими отношение к указанной предметной области, и постарался отразить в словаре самые последние результаты, технологии развиваются настолько стремительно, что эта скорость зачастую обескураживает, а достигнутое не удается не только зафиксировать на бумаге, но и вовремя осознать. Поэтому буду особенно благодарен за комментарии и отзывы читателей, которые следует направлять по адресу: batovrin@mirea.ru.

Введение

В середине XX века успехи науки, техники и технологий наряду с быстро возраставшими потребностями в автоматизации процессов и производств на основе стремительно совершенствовавшихся компьютеров стимулировали начало индустриального создания так называемых систем «большого масштаба». Эти системы отличались как количественными показателями – существенно возросло число составных частей и выполняемых функций, качественно повысилась степень автоматизации, заметно повысились стоимость систем и важность решаемых ими задач, – так и качественными показателями: принципиально возрос уровень организации и управления, усложнилось функционирование системы в целом и ее частей, повысилась гетерогенность, появилась принципиальная потребность в совместной работе с другими, весьма сложными системами. В основу работ по созданию систем «большого масштаба» легли достижения общей теории систем, системного анализа, исследования операций, теории оптимизации, вычислительной техники и кибернетики. Эти достижения стали целенаправленно использоваться при комплексном решении инженерных и организационно-управленческих задач, возникающих при создании подобных систем, что в итоге привело к появлению нового междисциплинарного подхода и методики, получившего название ***системная инженерия*** (system engineering). В центре внимания системной инженерии оказались вопросы научного планирования, проектирования, оценки, конструирования и эффективного использования систем, создаваемых людьми для удовлетворения установленных потребностей, а также проблемы успешной организации коллективных, бригадных методов работы при создании таких систем.

Системная инженерия на основе объединения достижений различных дисциплин и групп специальностей предоставила методологический базис и средства для успешной реализации согласованных, командных усилий по формированию и реализации хорошо структурированной деятельности по созданию систем различных классов, отвечающих установленным требованиям, деятельности, которая охватывает все стадии жизненного цикла (ЖЦ) системы – от замысла до изготовления, эксплуатации и прекращения применения. Системная инженерия использовала достижения других дисциплин таким образом, чтобы в результате упомянутых коллективных усилий был сформирован и успешно реализован ***исчерпывающий набор процессов, необходимых для построения системы в ее развитии.*** На основе сбалансированного рассмотрения и всестороннего учета как деловых, так и технических потребностей заинтересованных сторон системная инженерия, используя все достижения инженерной науки в целях определения технических решений и создания архитектуры систем, оказалась нацелена на формирование таких процессов разработки и ЖЦ систем, которые позволяют ***сбалансировать затраты времени и средств в интересах достижения необходимого качества продукции и услуг, обеспечивая тем самым конкурентоспособность создаваемых систем***.

Одними из первых в середине 50-х годов XX века комплекс проблем и подходов системной инженерии, с акцентом на вопросах разработки сложных техниче-

ских систем, рассмотрели Г. Гуд и Р. Макол в своей книге «Системотехника. Введение в проектирование больших систем». Поскольку издателя при переводе книги на русский язык не устраивал термин «системная инженерия», являющийся прямым переводом английского термина «System Engineering», то в качестве эквивалента был использован термин *системотехника*, предложенный Ф. Е. Темниковым, который в дальнейшем стал основателем первой в нашей стране кафедры «Системотехника» в Московском энергетическом институте.

В России в связи с указанными особенностями перевода системная инженерия-системотехника постепенно стала пониматься как наука, рассматривающая приложение системных методов к созданию только технических систем и к техническим вопросам их разработки и проектирования. При этом стало постепенно забываться, что еще на этапе становления системной инженерии она и в нашей стране, и за рубежом рассматривалась как комплексная дисциплина, характеризующаяся не только технической, но и управленческой составляющей, как дисциплина, дающая ключ к приложению системных методов к созданию систем любых классов и назначения. В частности, Г. Гуд и Р. Макол в своей книге отмечали, что создаваемые людьми большие сложные системы отличаются следующими чертами:

- целостностью, или единством системы, – у всей системы имеются какие-то общие цели, общее назначение;
- большими размерами систем, которые, в частности, являются большими и по числу частей, и по числу выполняемых функций, и по числу входов, и по своей стоимости;
- сложностью поведения системы, например тем, что изменение одного параметра может повлечь за собой изменение многих других параметров, характеризующих и поведение, и состояние системы;
- высокой степенью автоматизации, что позволяет решать не только технические, но и управленческие задачи;
- нерегулярностью поступления внешних возмущений – с вытекающей отсюда невозможностью точного предсказания нагрузки;
- наличием (в большинстве случаев) в составе системы состязательных конкурирующих сторон;
- усилением внимания к возможностям и функционированию человека-оператора и существенным повышением роли эффективной организации взаимодействия «человек–машина»;
- повышением требований к использованию адекватных методов, облегчающих принятие решений персоналом;
- появлением новых способов организации деятельности по созданию систем с особым акцентом на коллективные, бригадные методы работы.

В конце 60-х годов быстрый рост масштабов применения систем, основанных на компьютерах, привел к важным изменениям в системной инженерии – на первый план как по трудоемкости, так и по стоимости и значимости решаемых задач вышла разработка инженерными методами крупных комплексов программ для ЭВМ. Появился новый, во многом начавший развиваться самостоятельно раздел системной инженерии, занятый систематизацией, упорядочением и формированием количественно измеримого подхода к разработке, эксплуатации и сопровождению программного обеспечения различного назначения, получивший на-

звание «программная инженерия». Программная инженерия и сегодня является одним из наиболее актуальных направлений приложения знаний в области коллективной, групповой работы специалистов над крупными системными проектами, где внимание акцентируется на комплексе методов, процессов и средств, способных обеспечить эффективное управление ЖЦ сложных программных продуктов и их качество.

Отвечая на потребности больших коллективов специалистов, занятых массовым, промышленным созданием сложных систем, ***системная инженерия в качестве первоочередного результата предложила комплекс пригодных к адаптации и автоматизации методов разработки систем***. Эти методы особенно быстрыми темпами развивались в 60–70-х годах в интересах аэрокосмической и оборонной отраслей промышленности. Суть упомянутых методов состоит в применении систематизированного, основанного на системном анализе подхода к принятию решений, обеспечивающих эффективный переход от концепции системы к пригодным для успешной реализации проектным решениям и в конечном счете к пригодной для использования системной продукции. Эти достижения системной инженерии нашли и продолжают находить отражение во множестве книг и учебных пособий, большая часть из которых, к сожалению, либо вышла из печати десятилетия тому назад (некоторые из этих пособий упомянуты в списке литературы к введению), либо мало доступна широкому отечественному читателю из-за языкового барьера. Зачастую в литературе эту системную инженерию, и не без оснований, называют «традиционной» системной инженерией, где определение «традиционная» взято нами в кавычки в силу условности такового наименования. В настоящее время «традиционная» системная инженерия остается весьма актуальной, наиболее широко она используется на уровне разработки подсистем, находя применение и на более высоких уровнях системной иерархии, и, очень редко, на уровне системы систем или систем обобщенного предприятия. «Традиционная» системная инженерия также весьма успешно применяется сегодня в рамках военных программ, что в значительной мере обусловлено особенностями организации работ и управления такими программами.

Переход к массовому созданию сложных систем большого масштаба в последние годы был существенно ускорен благодаря беспримерно быстрому развитию и усложнению информационных технологий (ИТ), что нашло отражение в начале промышленного создания так называемых программно-интенсивных (software-intensive) систем, основанных на компьютерах, которые стали основой систем обобщенного предприятия, и, наконец, беспрецедентных по сложности устройства и поведения суперсистем, получивших название системы систем (system of systems), под которыми обычно понимают интегрированные гетерогенные системы большого масштаба, включающие отдельные системы, способные независимо функционировать для достижения собственных целей и объединенные посредством сетей для достижения общей цели. Беспримерный рост совокупных затрат на создание таких объектов, достигающий в мировых масштабах многих миллиардов долларов, осознание необходимости в постоянном продлении ЖЦ многих из ранее построенных и вновь создающихся сложных систем, что особенно актуально, например, применительно к транспортным, энергетическим и оборонным системам, привели к усилению внимания к такому важному разделу системной ин-