

Виктор Юрьевич Николенко
Системный подход
к управлению
высокотехнологичными
проектами

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=47411511
ISBN 9785005054258

Аннотация

В книге впервые в отечественной литературе кратко изложены принципы и методы управленческого компонента системной инженерии при создании высокотехнологичной инновационной продукции различного назначения. Включен минимально необходимый набор практических сведений, которые могут быть использованы при разработке таких изделий и систем, как городская инфраструктура, здравоохранение, транспорт, ОКР Ростех и др. Книга будет полезна для всех специалистов и менеджеров по теме «Управление проектами».

Содержание

Почему эту книгу нужно прочесть	5
Введение. Вопросы современной подготовки специалистов	8
Раздел I.	15
1.1. Кое-что из статистики	15
1.2. Жизненный цикл системы и определение системной инженерии	20
1.3. Вопросы управления жизненным циклом проекта	34
Конец ознакомительного фрагмента.	38

**Системный подход
к управлению
высокотехнологичными
проектами**

**Виктор Юрьевич
Николенко**

Корректор Сергей Ким

© Виктор Юрьевич Николенко, 2019

ISBN 978-5-0050-5425-8

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Почему эту книгу нужно прочесть

Перед Вами сжатый курс «Системный подход к управлению высокотехнологичными проектами» для менеджеров таких отраслей, как авиация, космос, «Росатом», автомобилестроение, железнодорожный транспорт, «Ростех», нефтегаз, ИТ и др.

В фокусе данной книги находятся практические вопросы управления высокотехнологичными проектами и программами, к сожалению, недооцененные и отсутствующие в отечественной литературе.

Процессы создания новых образцов высокотехнологичной продукции в XXI веке стремительно развиваются в связи с требованиями рынка. При этом в разработках новой продукции в мире используется эффективная методология системной инженерии и техника командной работы.

Данной теме посвящено значительное количество монографий, часть из которых приведена в перечне литературы в конце книги [1...13]. Обусловлено это тем, что на сегодня системно-инженерный менеджмент – единственная важная практическая дисциплина реализации инновационных проектов с подтвержденным положительным эффектом.

Есть много проектов, простых и сложных, которые включают системы и ведут себя в соответствии с законами систем, что связано со спецификой инженерных программ. Методы

ды традиционного управления проектом (например, согласно РМВоК) направляют общее планирование, организацию, контроль, управление ресурсами, однако не детализируют основное содержание управления программами разработки сложных технических систем. Управление сложными проектами в рамках системного подхода ликвидирует указанный пробел, предоставляет руководство и инструменты для отслеживания и управления техническими аспектами программной деятельности, отслеживает и контролирует технический прогресс проекта и адаптирует процессы, специфичные для инженерной программы, с целью оптимального удовлетворения потребностей Заказчика.

Понимание и применение в управлении принципов системно-инженерного подхода сегодня является самым мощным профессиональным навыком, которым могут обладать рядовые инженеры и менеджеры в современном мире. Для сведения читателя в разделе I книги изложен краткий набор материалов по системной инженерии, которые могут быть использованы в реальной работе при создании продуктов и систем завтрашнего дня.

Системная инженерия оформилась на рубеже XX—XXI веков на основе опыта и достижений технических и управленческих наук как организованный набор принципов, правил и процедур создания высокотехнологичных продуктов. Данные материалы были формализованы, реализованы в стандартах (включая ряд российских ГОСТов) и инструк-

циях. Воздействие методологии было многократно усилено внедрением информационных технологий. Международное сообщество системных инженеров INCOSE выдало 4-е издание справочника INCOSE Systems Engineering Handbook. Подробную информацию можно найти в последнем издании курса системной инженерии NASA (исходный справочник и два тома разъяснений к нему) [11, 12].

Автором ранее издано учебное пособие «Базовый курс системной инженерии» [13] на основе опыта работы и курса лекций, прочитанных в 2013—2016 гг. на междисциплинарной кафедре Высшей школы системной инженерии МФТИ, <http://sehs.mipt.ru>.

Ссылки на литературу могут подсказать стандарты, регламенты, документы из сети интернет. Опыт обучения показал, что понимание методологии системно-инженерного управления программами приходит уже на втором-третьем проектах.

Книгу предваряет введение, где изложены сводные данные многолетнего практического применения данного подхода в РФ при непосредственном участии и под руководством автора.

Введение. Вопросы современной подготовки специалистов

Для тех, кому некогда читать даже краткую книгу, написан этот раздел.

Автор излагает накопленный собственный взгляд практика-руководителя пяти инженерных центров, который возможно использовать в освоении системной инженерии (см. биографию в конце книги).

Постановка задачи

Основной задачей обучающихся и обучаемых на сегодня является исполнение противоречивых требований к подготовке персонала:

- Необходимо увеличить объем материала для усвоения (т.е. тенденция «вечного студента»).
- Необходимо сократить сроки обучения специалистов для улучшения экономической отдачи.

На этом фоне непрерывно появляются новые разделы знаний, продвижение передовых теоретических разработок имеющихся компетенций и колоссальный информационный шум вокруг «лучших новых знаний» в связи с развитием коммерциализации обучения.

На самом деле, если непредвзято аккумулировать сегодняшний позитивный опыт (российский и зарубежный), задача решается вполне реалистичными методами в разумные сроки. Современный набор инструментов инженера опирается на четыре базовые дисциплины, а именно (в скобках – основные источники получения знаний):

- Предметная инженерия (специализацию дает ВУЗ – электроника, робототехника, автомобили, вертолеты, нефтехимия и т.д.).
- Система менеджмента качества (как правило, изучается в организации – обеспечивает рыночный спрос и минимизацию затрат).
- Управление проектом (во многом случайный процесс получения общих сведений из многочисленных пособий типа РМВоК и курсов для
- Системная инженерия (на сегодня минимально доступна в РФ, «клей» для объединения вышеперечисленного, универсальное дополнение к пропущенным важным элементам инженерной науки в части технической, управленческой и организационной, системный подход, предмет настоящей книги).

Кроме того, каждые инженерные и управленческие службы уже десятки лет работают в едином информационном пространстве (цифровизация процессов, большие объемы данных). Использование данного инструмента в той или

иной степени является для менеджеров обязательным наравне со знанием технического английского языка (чтобы с пользой применять возможности интернета). Так как цифровизация стала государственной программой в РФ, далее об этом упоминается в минимальной степени.

Сегодня владение перечисленным набором базовых знаний является необходимым и достаточным для исполнения любых задач промышленности, в том числе авиационной, космической, атомной, нефтеперерабатывающей и др.

На основе многолетнего опыта РФ и зарубежных лидеров рынка высоких технологий автор настаивает, что в том или ином объеме весь набор знаний должен быть на вооружении и инженеров, и менеджеров. Нельзя профессионально заниматься высокими технологиями, не понимая предмета работ и с инженерной, и с экономико-управленческой стороны.

Системная инженерия является удобным и высокоэффективным средством обучения проектных команд и отдельных инженеров, неотъемлемой частью высокотехнологичных масштабных проектов. К сожалению, обучение системной инженерии с советских времен резко сократилось в вузах РФ. Образовательные новшества полезны для тех, кто освоил базовые знания и практические методологии эффективной работы.

Некоторые итоги применения системной инженерии в РФ

- Обучение системно-инженерному подходу приносит заметный практический эффект для 80—90% «обычных» инженеров (выпускников отечественных технических вузов) различных категорий.

- Освоение происходит в оперативном режиме, через 1—1,5 года сотрудники выходят на удовлетворительные темпы и качество работ, скачкообразно растет понимание системного подхода к задачам.

- Заметно снижаются потери рабочего времени в проекте.
- Возрастает качество работ и получаемых результатов.
- Рост производительности труда после периода обучения составляет от 20 до 100% и далее обеспечивает стабильный рост не менее 15—25% в год.

Немного истории системной инженерии

- С 90-х годов прошлого века все крупнейшие правительственные учреждения и ведущие мировые компании различных стран используют системно-инженерный подход для реализации своих высокотехнологических проектов. Применение стандартов системной инженерии обязательно для контрактов военных ведомств развитых стран и государственных заказчиков сложных систем (строительство атомных станций, мостов, транспортной инфраструктуры), таких как Министерство обороны США (DoD), Национальная аэрокосмическая ассоциация (NASA), компаний Boeing, Airbus, гигантов в сфере телекоммуникаций и информации.

онных технологий (Siemens, IBM) и др.

- Системная инженерия – междисциплинарный подход, определяющий полный набор технических и управленческих усилий, чтобы преобразовать совокупность потребностей и ожиданий заказчика и имеющихся ограничений в эффективные решения и поддержать эти решения в течение жизненного цикла (ЖЦ) системы (определение INCOSE).

Суть системной инженерии как дисциплины, которая для достижения своих целей ориентируется в рамках управления ЖЦ, состоит в комплексном решении задач управления и задач проектирования.

Данная методология дополняет (или как сказано выше, «склеивает») набор стандартных дисциплин высокотехнологичного проекта.

Системная инженерия охватывает все стадии и детали разработки продукта – от замысла до внедрения, – руководствуясь интересами конечного пользователя.

Процесс решения задач в системной инженерии включает постановку проблемы, управление требованиями, нахождение научно-технических решений, моделирование системы, оптимизацию, разработку архитектуры, управление интерфейсами, управление конфигурацией, интеграцию системы, верификацию и валидацию, эксплуатацию, утилизацию.

Практически значимые эффекты системная инженерия обеспечивает за счет использования общего междисциплинарного языка для участников проекта, целенаправленного

снижения проектных рисков, исправления ошибок на ранних стадиях, когда сделать это еще относительно дешево, на основе эффективных процессов жизненного цикла, повышения производительности команды проекта.

- Системная инженерия приносит выгоду в проекте, при этом она относится к статье накладных расходов. В современных проектах на системно-инженерные процессы выделяется статья в бюджете (от 5 до 30%, цифра возрастает в зависимости от масштабов проекта), чтобы предотвратить возможные убытки, исключить последующую переделку готового изделия. То есть результат системной инженерии – не увеличение прибыли, а снижение вероятных убытков проекта (за счет выполнения программы в заданные сроки, в рамках бюджета, согласно требованиям контракта, с высоким качеством).

Определяющая роль системной инженерии на стартовом этапе любого высокотехнологичного проекта крайне важна, так как после формирования облика продукта реализация проекта движется по заданному пути, затраты спланированы, изменения маловероятны. С 2016 г. отчетность по данной статье включена в обязательный перечень для подрядчиков Министерства обороны США в части государственных контрактов.

При этом системный инженер является ответственным «за систему в целом» для всех остальных дисциплин, кото-

рые участвуют в проекте. Также в команде проекта должны быть инженеры «по предметным специальностям» и менеджер проектов. Задача облегчается тем, что издано много методических материалов, где детально описано применение всех основных процессов системной инженерии.

Важнейшей основой системной инженерии являются официальные международные стандарты, задающие правила работы, применимые в этой сфере. Они выделены в семейство стандартов системной и программной инженерии. В книге приведен перечень российских стандартов ГОСТ по системной инженерии, т.е. удовлетворительная отечественная нормативная база уже имеется.

Активный интерес в мире к преподаванию системной инженерии подтверждается тем, что предмет системной инженерии входит в учебные планы всех ведущих зарубежных университетов и нескольких российских вузов. Также компании активно содействуют повышению квалификации в этой области своих сотрудников.

И в заключение одно напоминание управленцам: инженерное дело – это коллективный спорт. Побеждает команда, у которой последний участник пересек линию финиша раньше конкурентов. Поэтому учить нужно всех, упорно, терпеливо, и успех придет достаточно быстро.

Раздел I.

Что такое системная инженерия

1.1. Кое-что из статистики

Сегодня мир в своем развитии перешел в фазу 4-й индустриальной революции. Кратко выделяя особенности по фазам, можно определить, что:

1-я индустриальная революция произошла при использовании энергии воды и пара для механизации производства;

2-я индустриальная революция наступила при применении электричества для серийного производства;

3-я индустриальная революция характеризовалась использованием электронных и информационных технологий для автоматизации производства.

Отличительными компонентами 4-й индустриальной революции являются (вариант):

- активизация науки о материалах;
- внедрение аддитивного производства;
- развитие нанотехнологий;
- эффективное хранение энергии;
- БАС (беспилотные авиационные системы);
- движение к полностью электрическому самолету;

- появление гиперзвуковых летательных аппаратов;
- широкое развитие робототехники;
- внедрение элементов искусственного интеллекта;
- развитие интернета вещей;
- использование квантовых компьютеров.

Посмотрим на экономические возможности Российской Федерации в настоящее время. Россия занимает в мире (на 2017 г.) следующие места:

1-е по запасам и экспорту природного газа (35% мировой добычи);

1-е по добыче нефти и 2-е по ее экспорту;

1-е по запасам каменного угля (23% мировых запасов) и 3-е по его экспорту;

1-е по запасам лесных ресурсов (23% мировых запасов);

1-е по запасам поваренной соли и 2-е по запасам калийной соли;

1-е по запасам питьевой воды;

1-е по экспорту пшеницы (3-е по ее урожаю);

1-е по запасам олова, цинка, титана, ниобия;

1-е по запасам и производству никеля;

1-е по запасам железных руд (около 28% мировых запасов);

1-е по экспорту стали и 3-е по экспорту металлопроката;

1-е по производству и экспорту первичного алюминия;

1-е по производству авиационного титана;

1-е по экспорту азотных удобрений, 2-е и 3-е места

по фосфорным и калийным удобрениям;

1-е по запасам алмазов и 2-е по их добыче;

1-е по запасам серебра; 2-е в мире по запасам золота;

1-е по экспорту платины и 2-е по ее запасам;

1-е по протяженности электрифицированных железных дорог;

1-е по протяженности линий экологичного транспорта (троллейбусы, трамваи и метро);

1-е по количеству проданных на экспорт самолетов-истребителей;

1-е по поставкам на экспорт средств ПВО средней и малой дальности;

1-е по экспортным контрактам на сооружение атомных электростанций;

2-е место по количеству парка вертолетов;

2-е по поставкам вооружения всех видов;

2-е по величине подводного флота;

2-е по числу ежегодных запусков космических аппаратов;

3-е по запасам меди и свинца, вольфрама и молибдена, рения;

3-е по числу абонентов сотовой связи;

3-е по производству электроэнергии;

3-е по производству продуктов нефтехимии;

4-е место по количеству ежегодно печатаемых книг и 4-е по числу переводов с них (!);

5-е по добыче угля, синтетического каучука, калийных

удобрений, производству стали;

9-е по производству зерна, черных и цветных металлов, целлюлозы, пиломатериалов.

Т.е. располагаемые запасы природных ресурсов, уровень развития в промышленной, энергетической, добывающей и сельскохозяйственной сферах представляют солидную базу для дальнейшего экономического развития нашего государства.

Обладание полным циклом таких высоких технологий, как авиация, космос, атомная энергия, нефтехимия, электроника – прерогатива небольшой группы стран, технологических лидеров, куда входит и Российская Федерация. Однако посмотрим на статистику авиационной промышленности мира, по данным журнала «Эксперт» (рис. 1.1).

Сегодня мы заметно отстаем от лидеров мировой авиационной промышленности по выработке на сотрудника, в 5—8 раз по производительности труда. Аналогичная картина в ряде других отраслей.

Производительность труда в высокотехнологичных отраслях зависит от ряда факторов, в первую очередь от исторического наследия в части послепродажного обслуживания (ППО) уже поставленной техники, инфраструктуры производства, уровня подготовки персонала, организации работ по созданию новых продуктов и систем.

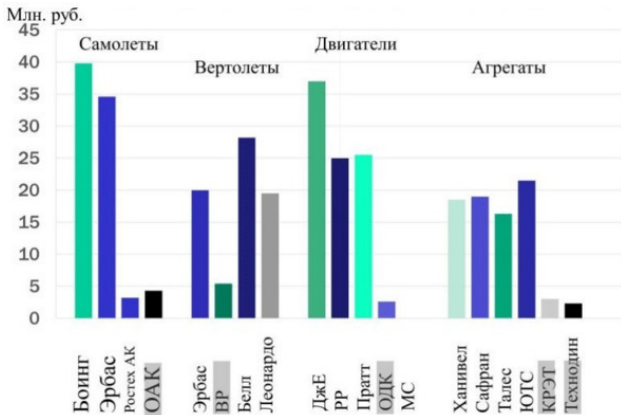


Рис. 1.1. Производительность труда в мировом авиапроме, 2017 г.

О том, как ликвидировать имеющиеся пробелы, как результативно использовать управленческие технологии системной инженерии, и пойдет далее речь в этой книге.

1.2. Жизненный цикл системы и определение системной инженерии

Основным объектом приложения системной инженерии являются системы. Кратко: **система есть интегрированный сплав людей, продуктов и процессов, обеспечивающий возможность удовлетворить требуемые нужды или цели.**

Примеры систем (по возрастанию сложности):

- двигатель самолета по сравнению с набором деталей;
- самолет с двигателями и авионикой;
- самолет с внешними топливными баками;
- авиатранспортная система (АТС) с самолетами, пассажирами, грузами, тренажерами и др.;
- система систем: АТС + аэропорт + инфраструктуры обслуживания и наземного наблюдения.

Перечислим некоторые известные типы систем. Это бизнес-системы (управление исследованиями и разработками, производством продуктов и услуг для использования на рынке), образовательные системы (обучение), финансовые системы (поддержка личных, коммерческих и других финансовых операций), правительственные системы (связанные с управлением людьми как обществом на уровне государства, области, муниципалитета и т.д.), медицин-

ские системы (больницы, врачи и терапевтические учреждения, управляющие потребностями здравоохранения населения), транспортные системы (наземные, морские, воздушные и космические перевозки людей и грузов), газо- и нефтеперекачивающие системы, городские системы (управление инфраструктурой района, города, области), культурные системы (исполнительское искусство музыки и других развлечений, гражданские модели поведения) и др.

У каждой системы имеется жизненный цикл (ЖЦ, life cycle): **ЖЦ – это совокупность взаимосвязанных последовательных изменений состояния изделия (системы), связанных с реализацией установленных процессов от начала разработки до вывода из эксплуатации (утилизации).**

Введем еще два определения из прикладного стандарта ГОСТ 56136—2014:

– **этап жизненного цикла** (life cycle milestone): часть ЖЦ, выделяемая по признакам моментов контроля (контрольных рубежей), в которых предусматривается проверка характеристик проектных решений типовой конструкции и (или) физических характеристик экземпляров изделий.

– **контрольный рубеж (КР) этапа жизненного цикла** (milestone/decision gate): момент завершения этапа ЖЦ, в котором предусматривается проверка характеристик проектных решений типовой конструкции и (или) физических

характеристик экземпляров изделий.

Модель жизненного цикла системы представляет собой структуру, состоящую из упорядоченных, взаимосвязанных, формализованных процессов, работ и задач, выполнение которых является необходимым и достаточным условием существования системы во времени и которые охватывают жизнь системы от момента замысла до прекращения использования.

Проект можно разбить на отдельные фазы, отделенные контрольными рубежами (воротами принятия решений). У NASA 7 фаз ЖЦ, в GE их 10, у Airbus в ЖЦ 14 последовательных этапов. Пример ЖЦ системы показан на рис. 1.2.

Этапы жизненного цикла используются, чтобы помочь планировать и управлять всеми основными событиями разработки высокотехнологичной авиационной, космической или другой сложной системы или продукта.

Декомпозиция проекта на этапы жизненного цикла переводит организацию процесса разработки на более мелкие и управляемые части. Переход фазовых границ определяется в пунктах оценки прогресса проекта и решений типа «идти/не идти».



Рис. 1.2. Этапы жизненного цикла системы (пример)

То есть на контрольном рубеже следует принять решение, продолжать ли проект на следующем этапе, «вернуться к чертежной доске» и переделать текущую работу завершаемой фазы или прекратить проект.

Перечислим основные фазы жизненного цикла продукта и типовые контрольные рубежи (КР), или ворота принятия решений, на различных этапах модельного жизненного цикла программы создания воздушного судна, показанные на рис. 1.2.

А. Инициация

Предварительный анализ изделия (**КР 0**)

Определение бизнес-возможности разрабатываемого продукта (**КР 1**)

Б. Формирование содержания программы

Концептуальное проектирование и оценка выполнимости

(КР 2)

Определение облика изделия, эскизный проект **(КР 3)**

Представление ВС и процессов его создания **(КР 4)**

В. Фаза реализации программы

Утверждение («замораживание») конструкции **(КР 5)**

Изготовление опытных образцов **(КР 6)**

Летные испытания, сертификация **(КР 7)**

Начало поставок в эксплуатацию **(КР 8)**

Модернизация **(КР 9)**

Эксплуатация и завершение серийного производства

(КР 10)

Г. Завершение программы

Вывод из эксплуатации и завершение программы **(КР 11)**

Так как ранние решения влияют на последующие деятельности и «более зрелую» систему труднее изменить по ходу проекта, в системной инженерии сделанное на ранних стадиях имеет наибольшее влияние на успех проекта в целом.

При разработке систем, продуктов или услуг необходимо найти ответы на несколько фундаментальных вопросов:

1. Что такое система?
2. Что входит в границы системы?
3. Какую роль играет система в организации пользователя?
4. Какие действия в эксплуатации выполняет система?
5. Какие ориентированные на результаты выходы дает си-

стема?

В истории человечества следы системно-инженерного подхода заметны при сооружении египетских пирамид, римских дорог, азиатских ирригационных каналов и других известных объектов, дошедших до наших дней. Так, «подушку» под римской дорогой для колесниц укладывали по правилам того времени до 5 метров толщиной из различных материалов. Спустя столетия эти дороги заасфальтированы и используются для современных автомобилей. Каменные мосты через реки в некоторых голландских городах используются без ремонта на протяжении 300—400 лет. Т.е. выполнено условие заботы о жизненном цикле продукта в целом – действия на каждой фазе ЖЦ системы были направлены на улучшение жизненного цикла на последующих этапах.

Великий российский инженер XIX—XX веков Владимир Шухов за годы работы реализовал со своими подрядными коллективами более 700 проектов. При этом уровень работ находился на вершине тогдашних инженерных знаний, оформлены патенты мирового уровня – горизонтальный и вертикальный паровые котлы, форсунка для мазута, нефтеналивная баржа, стальной цилиндрический резервуар, висячее сетчатое покрытие для зданий, арочное покрытие, нефтепровод, промышленная крекинг-установка, ажурная гиперболоидная башня (телецентр на Шаболовке в Москве), построено около 200 башен, около 500 мостов, зерновые эле-

ваторы, доменные печи, плавучие ворота сухого дока, вращающаяся сцена МХАТ.

План ГОЭЛРО в послереволюционной России был утвержден в декабре 1921 г. и к 1930 г. перевыполнен, в результате Россия вышла на 3-е место в мире по производству электроэнергии.

Еще один первопроходец, американец Альберт Кан, реализовал в 1929—1932 гг. на объектах в СССР методику скоростной разработки архитектурно-строительной проектной документации. Проектирование гигантских заводов выполнялось не за 1,5—2 года, а в 10 раз быстрее – за 2—2,5 месяца. Применены быстрое создание из стандартных деталей универсального строительного объема, принципы модульности, идея стандартизации чертежей. Проектные решения для быстрой реализации увязывались с сортаментом конструкций и монтажно-техническими возможностями подрядных фирм. В США фирма штатом в 400 человек готовила рабочие чертежи за неделю, а корпуса промышленных предприятий возводила за пять месяцев. В СССР за 3 года построено 520 объектов, большинство из которых используется и сейчас.

Причинами возникновения системной инженерии в ее сегодняшнем виде стали факторы, появившиеся в мире после Второй мировой войны. Активизировалась реализация больших программ, в первую очередь военно-промышленного направления, и основными приводами развития управ-

ленческой мысли стали:

1. Развитие затратных программ high-tech с учетом управления рисками и информационных технологий;
2. Активизация рыночного соревнования между странами и компаниями (развитие маркетинга);
3. Углубление специализации разрабатываемых систем, что выявило важность типовых декомпозиции элементов, управления интерфейсами, верификации и валидации и др.;
4. Нарастание кадровых проблем для высокотехнологичных отраслей.

Как следствие, появились книги, справочники и стандарты по теме: Н. Good, R. Machol, Системотехника. Введение в проектирование больших систем (1957 г.), справочник Военно-воздушных сил США по системной инженерии (1966 г.), MIL-STD 499 (первый стандарт СИ, 1969 г.). В СССР один из первых курсов СИ был издан в 1976 г.: В. Дружинин, Д. Конторов «Вопросы военной системотехники».

Примененные технологии системной инженерии облегчили получение конкурентоспособных разработок, переход на командные методы работы (по ролям) упростил создание результативных коллективов. Для реализации этих задач необходимо было обучить многочисленный персонал. Его подготовку также удалось ускорить с учетом принципов системной инженерии. Сегодня все компании высокотехноло-

гичного сектора имеют справочники системной инженерии в открытом доступе в сети интернет, адаптированные под нужный профиль (в перечне указан год актуального издания книги):

- Космическое агентство NASA, США – 2017.
- Европейское космическое агентство ESA – 2009.
- Некоммерческое общество системных инженеров INCOSE Handbook, изд. 4 – 2015.
- Администрация гражданской авиации США (FAA) – 2015.
- Компания-интегратор интеллектуальных транспортных систем ITS, изд. 3 – 2009.
- Министерство обороны США, DoD – 2006.
- Компания-интегратор авиационной техники Boeing – 2003.
- Компания-интегратор авиационной техники Airbus – 2004.
- Генеральный штаб ВВС США (USAF) – 2009.

При этом перечисленные документы включены для обязательного исполнения в требования для подрядчиков и поставщиков. Так обеспечивается скорость и глубина внедрения методологического подхода.

Страны БРИКС совершили за два последних десятилетия резкое ускорение в развитии. Вследствие необходимости создания новых изделий и освоения высоких технологий

им удалось стандартизовать подготовку творческих сотрудников на основе подходов СИ.

Приведем одно из определений Системной Инженерии (СИ), важное для последующего изложения. **СИ есть процесс междисциплинарного инженерного менеджмента для развития и проверки набора интегрированных, сбалансированных по жизненному циклу системных решений, которые удовлетворяют нужды заказчика.**

Данный процесс завершается интеграцией трех основных активностей:

- фаза разработки, которая контролирует процесс проектирования и обеспечивает базовые результаты, увязывающие проектные усилия;
- системная инженерия процесса, обеспечивающего структуру для решения проектных проблем и отслеживающего поток требований через проектные усилия;
- интеграция жизненного цикла, которая вовлекает заказчиков в проектный процесс и обеспечивает жизнеспособность разработанной системы по всем стадиям ЖЦ.

Обращаем внимание читателя, что в определении сделан упор именно на управленческую часть системно-инженерного подхода, чему и посвящена настоящая книга. Применение подхода СИ на практике позволяет выполнять вовремя решение сложнейших задач, сокращать сроки и стоимость разработок в 1,5—2 раза, снижать количество ошибок в кон-

структурской документации от 2 до 5 раз.

Для реализации проектов и программ используются основные варианты декомпозиции в системной инженерии:

- Декомпозиция проблемы – разделение сложной проблемы на более простые позволяет легче найти решение и четко сформулировать задачи для каждого сотрудника.
- Декомпозиция времени – разбиение проекта на фазы с указанием конкретных результатов позволяет эффективно контролировать процесс разработки, измерять эффективность и вовремя применять корректирующие меры.
- Декомпозиция продукта – разделение самых сложных продуктов на системы, сегменты, сборки и узлы позволяет эффективно управлять конфигурацией и поставщиками.
- Декомпозиция действий с последующей интеграцией – позволяет определить четкую последовательность необходимых действий: требования, спецификация, декомпозиция, проект, интеграция, верификация, эксплуатация, вывод из эксплуатации.

Результатом применения системной инженерии будет повышение качества исполнения программ (выполнение проектов в заданные сроки, в рамках бюджета, согласно ТЗ, с высоким качеством). Для реализации данного подхода на СИ выделяется статья в бюджете программы.

Системная инженерия демонстрирует эффективность

разработанных подходов, является выгодным инструментом создания новых изделий, ведет к уменьшению затрат путем оптимизации процессов и исключения переделок (из-за увеличения глубины проработки и исправления ошибок на ранних стадиях проекта). Подход СИ снижает коэффициент экспоненты убытков на масштабе бюджета проекта, причем чем крупнее проект, тем выше эффект применения СИ. Статистика NASA показала, что можно снизить перерасход бюджета на 20—90% (от мелких до очень крупных проектов). При этом оптимальная доля затрат на деятельность системных инженеров составит от 5 до 35% соответственно.

Системная инженерия обеспечивает возможность реализации коллективных усилий по формированию и осуществлению набора процессов, необходимых для управления ЖЦ объекта, включая замысел, реализацию, эксплуатацию и утилизацию. Она позволяет эффективно организовать работу интегрированной команды проекта (integrated product team, IPT) и дает набор правил (мультидисциплинарный подход), когда все члены команды знают, что делать для успеха проекта. В системно-инженерном процессе эффективно используется множество типовых инженерных инструментов и методов.

В стандарте «Процессы жизненного цикла систем» ISO 15288:2015 (ГОСТ Р 57193—2016) сегодня перечислены 30 базовых процессов жизненного цикла систем (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Базовые процессы жизненного цикла систем

Указанные процессы разделены на четыре основные группы. Компоненты и используемый инструментарий управления промышленным предприятием при создании продукта включают интегрированный набор основных практик и инструментов, совместно используемых на разных этапах управления жизненным циклом (УЖЦ).

При создании инновационных продуктов пункты вклада системной инженерии можно разложить по основным составляющим:

- технический менеджмент;
- организационные вопросы программ;
- технические инструменты и методы.

При разработке нового продукта требуется организовать

структуру, которая оптимизирует управление и руководство, облегчает внутренний обмен информацией, принятие решений и потоки поставок. Рынки высоких технологий требуют от нового продукта удовлетворения уровня качества при запланированных расходах и, что критично, в заданные сроки. Координация инжиниринга, производства, обеспечения качества, маркетинговых функций в процессе разработки нового продукта является жизненно важной. Необходимость использования подходов системной инженерии обусловлена несовершенством используемых ранее процессов разработки новых изделий.

1.3. Вопросы управления жизненным циклом проекта

В начале процесса управления жизненным циклом объекта разработки необходимо сделать следующее:

- определить, что является базовой системой;
- описать общие этапы жизненного цикла проекта, их цели, деятельности, продукцию и ворота принятия решений, которые их разделяют;
- связать фазы жизненного цикла проекта с частями V-диаграммы модели процесса системной инженерии;
- описать типичные цели разработки для каждой из фаз ЖЦ проекта.

Сложность объектов, созданных инженерами, определяется их размерами и количеством частей. Если современный пассажирский самолет включает примерно 100 тысяч деталей (без учета крепежа), то нефтяная океанская платформа насчитывает до 10 миллионов деталей. В системной инженерии представлены правила, инструменты и технологии для разработки высокотехнологичных продуктов и систем любой сложности.

Задача управления жизненным циклом системы, по сути, состоит в создании таких управленческих механизмов, которые позволяют принимать локальные решения на одной

из стадий ЖЦ, учитывая все его последствия для следующих этапов, и затем позволяют вносить необходимые корректировки в процессы на других стадиях ЖЦ. Этапы жизненного цикла используются, чтобы помочь планировать и управлять всеми основными событиями разработки высокотехнологичных авиа- или космических систем.

Основными задачами управления жизненным циклом (на примере авиационной техники), затрагивая разные фазы ЖЦ, являются (перечень не исчерпывающий):

1. Управление процессом проектирования и разработки ВС.
2. Управление процессом ТПП.
3. Управление процессом производства.
4. Управление процессами закупки ПКИ, материалов, заготовок, запчастей.
5. Управление процессом испытаний ВС (наземных, сертификационных, государственных, приемо-сдаточных).
6. Управление процессом ИЛП изделия.
7. Управление процессом ППО.
8. Управление процессами подготовки летного состава и персонала ТОиР.
9. Обеспечение качества на всех этапах ЖЦ за счет процессов СМК, управления конфигурацией ВС, реализации процессов системной инженерии.
10. Обеспечение планируемого темпа производства ВС.

11. Достижение заданной трудоемкости разработки и изготовления ВС.
12. Управление процессом утилизации при списании ВС.
13. Управление информационной поддержкой всех процессов (с учетом циклов развития аппаратного и программного обеспечения).

Сегодня требования системной инженерии изложены в ряде стандартов ГОСТ РФ.

- ГОСТ Р 57193—2016. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем (ISO/IEC/IEEE 15288:2015).
- ГОСТ Р ЕН 9100—2011. Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонной промышленности, требования.
- ГОСТ 56136—2014. Управление жизненным циклом продукции военного назначения, Термины и определения.
- ГОСТ 56135—2014. Управление жизненным циклом продукции военного назначения, Общие положения.
- ГОСТ Р 58054—2018. Изделия авиационной техники. Управление конфигурацией. Общие положения.
- ГОСТ Р ИСО 10007—2007. Менеджмент организации. Руководящие указания по управлению конфигурацией.
- ГОСТ Р 57100—2016. Системная и программная инженерия. Описание архитектуры (ISO 42010—2011).

Типовое описание процессов жизненного цикла включает стандартные блоки компонентов (рис. 1.4). Каждый процесс состоит из входа, действия и выхода, дополненных функциями управления и обеспечения.

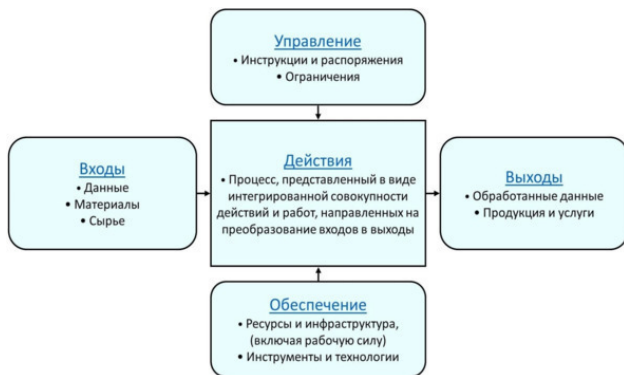


Рис. 1.4. Типовая схема процесса ЖЦ

Важными среди 30 базовых процессов жизненного цикла изделия (рис. 1.3) являются проектные процессы – управление проектами и их поддержка. Налаживание взаимосвязи между процессами в ходе их реализации является одной из основных задач планирования процедур системной инженерии при создании изделия или системы.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.