

УДК 62-52  
ББК 30  
У66

У66 Интеграция управления программой и системной инженерии / под ред. Эрика С. Ребентиша; пер. с англ. В. К. Батоврина, Е. В. Батовриной, А. А. Ефремова; под ред. В. К. Батоврина. – М.: ДМК Пресс, 2020. – \*\*\* с.: ил.

ISBN 978-5-97060-810-4

Книга является результатом проекта, который был реализован Институтом управления проектами (Project Management Institute, PMI) и Международным советом по системной инженерии (International Council on Systems Engineering, INCOSE). В книге обсуждается, как организации могут стать более результативными и эффективными, более чутко реагировать на изменения и добиваться лучших результатов работы благодаря интеграции управления программой и системной инженерии.

Описаны понятие интеграции, а также методы и средства интеграции, включая предложенную авторами концептуальную платформу (фреймворк) интеграции, охватывающую шесть ключевых измерений – процессы, практики и инструменты интеграции; организационную среду; компетентность персонала; сопутствующие факторы; результативность интеграции и результативность исполнения программы. Рассмотрены многочисленные примеры успешного внедрения практик интеграции управления программой и системной инженерии и улучшения на этой основе экономических, управленческих и инженерно-технических показателей исполнения программ и деятельности компаний. В контексте интеграции управления программой и системной инженерии также проанализированы примеры неудачных программ. В основу примеров положены сведения, полученные от множества руководителей программ и главных системных инженеров, сотрудничающих с сотнями компаний различного профиля.

Книга будет полезна для управленцев, инженеров, преподавателей и других специалистов, занятых вопросами создания сложных технических, социотехнических и организационных систем, а также реализацией программ и проектов в этой области. Она также будет интересна студентам и аспирантам, изучающим управление проектами и программами, системную инженерию и связанные с ними дисциплины.

Издание осуществлено при поддержке Русского института системной инженерии, продолжающего этой книгой свою библиотеку по системной инженерии.

УДК 62-52  
ББК 30

Original English language edition published by JohnWiley & Sons, Inc., Permissions Department, 111 River Street, Hoboken, NJ 07030 Copyright © 2017 by John Wiley & Sons, Inc. Russian language edition copyright © 2020 by DMK Press. All rights reserved.

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.

ISBN 978-1-119-25892-6 (англ.)  
ISBN 978-5-97060-810-4 (рус.)

Copyright © 2017 by John Wiley & Sons, Inc.  
© Оформление, издание, перевод, ДМК Пресс,  
2020

# Содержание

<b>Редакторы</b> .....	6
<b>Авторы материалов</b> .....	7
<b>Обращение к читателям</b> .....	21
<b>Предисловие редактора перевода</b> .....	24
<b>Предисловие: практики, знания и инновации</b> .....	29
<b>Введение</b> .....	33
<b>Благодарности</b> .....	36
<b>Вступление</b> .....	40
<b>От издательства</b> .....	51
<b>Часть I. В ПОИСКЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ РЕШЕНИЙ</b> .....	52
<b>Глава 1. На пути к новому мышлению</b> .....	54
1.1. Стремление к совершенству при выполнении сложной работы .....	54
1.2. Смелые шаги по следам предшественников.....	55
1.3. Реализация стратегии требует надлежащего управления .....	63
1.4. Грамотный персонал + Организационные способности = Конкурентные преимущества.....	66
1.5. Лучи надежды.....	68
1.6. На пути к новому мышлению .....	69
1.7. Резюме.....	71
1.8. Вопросы для обсуждения.....	71
1.9. Список использованных источников .....	72
Примечание .....	73
<b>Глава 2. Вызовы при исполнении инженерных программ</b> .....	74
2.1. Введение .....	74
2.2. Вымирание «белых слонов» .....	74
2.3. Крупные инженерные программы отличаются высокой сложностью.....	78
2.3.1. Белый слон: система обработки багажа в международном аэропорту Денвера .....	80
2.3.2. Обучение на ошибках: боевые системы будущего .....	84
2.3.3. Что общего между этикой и интеграцией? Эмиссионный скандал с концерном Фольксваген.....	91

2.3.4. Типовые трудности инженерных программ .....	94
2.4. Необходимы более рациональные решения .....	96
2.5. Резюме .....	97
2.6. Вопросы для обсуждения .....	98
2.7. Список использованных источников .....	98
Дополнительная литература .....	101

### **Глава 3. Особенности успешной интеграции управления программой и системной инженерии .....**

3.1. Масштабные инженерные программы обречены на неудачу? .....	102
3.2. Преодоление границ как фактор обеспечения успеха программы .....	106
3.3. Факторы, способствующие успеху, в действии .....	109
3.3.1. Выдающиеся достижения в кратчайшие сроки .....	110
3.3.2. Механизм с хорошо притертыми деталями обладает высокой работоспособностью .....	111
3.3.3. Формирование «коллективного сознания» .....	114
3.4. Резюме .....	117
3.5. Вопросы для обсуждения .....	118
3.6. Список использованных источников .....	119
Дополнительная литература .....	119

### **Глава 4. Доводы в пользу интеграции управления программой и технического руководства .....**

4.1. Источники разобщенности .....	120
4.2. Управление программой и системная инженерия – это разные дисциплины .....	122
4.3. Управление программой .....	124
4.3.1. Управление программой в определении PMI .....	124
4.3.2. Различия между проектами и программами .....	127
4.3.3. Как управление программой определяют во всем мире .....	130
4.3.4. Кто такие руководители программ? .....	135
4.4. Системная инженерия .....	136
4.4.1. Системная инженерия по определению INCOSE .....	138
4.4.2. Другие определения системной инженерии .....	142
4.4.3. Кто такие системные инженеры? .....	145
4.5. Различия между дисциплинами как проблема .....	145
4.5.1. Отсутствие интегрированного планирования .....	148
4.5.2. Недостаточно четко определенные полномочия .....	149
4.5.3. Противоречия между практиками системной инженерии и управления программой .....	151
4.6. Добиться интеграции сложно, но возможно .....	153
4.7. Вопросы для обсуждения .....	154
4.8. Список использованных источников .....	155
Дополнительная литература .....	157

<b>Глава 5. Основные концепции интеграции</b> .....	158
5.1. Введение .....	158
5.2. Оценка интеграции между системной инженерией и управлением программой.....	158
5.3. Характерные особенности интеграции в крупных организациях .....	163
5.3.1. Сущность интеграции с различных точек зрения .....	170
5.4. Интеграция глазами практикующих специалистов .....	171
5.4.1. Интеграция в условиях низкой непродуктивной напряженности....	172
5.4.2. Интеграция в условиях высокой непродуктивной напряженности..	173
5.4.3. Сравнение точек зрения на интеграцию.....	175
5.5. Резюме .....	177
5.6. Вопросы для обсуждения.....	179
5.7. Список использованных источников.....	179

## **Часть II. ФОРМИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОГРАММ** .....

181

<b>Глава 6. Как интеграция работает в программах</b> .....	184
6.1. Введение .....	184
6.2. Платформа интеграции .....	185
6.2.1. Измерение I: процессы, практики и инструменты.....	186
6.2.2. Измерение II: организационная среда .....	189
6.2.3. Измерение III: компетенции персонала .....	192
6.2.4. Измерение IV: сопутствующие факторы.....	195
6.2.5. Измерение V: результативность интеграции .....	199
6.2.6. Измерение VI: исполнение программы .....	202
6.3. Резюме .....	205
6.4. Вопросы для обсуждения.....	206
6.5. Список использованных источников .....	207

<b>Глава 7. Практика интеграции на примере программы F/A-18E/F Super Hornet</b> .....	209
7.1. Введение .....	209
7.2. Программа F/A-18E/F Super Hornet: история вопроса и контекст интеграции.....	212
7.3. Двенадцать дней августа: начало пути к интеграции .....	213
7.4. Уменьшение сложности программы как инструмент обеспечения интеграции.....	216
7.5. Параллельный процесс в Командовании авиационных систем ВМС США в целях улучшения интеграции.....	218
7.6. Программа E/F как полигон для отработки новых методов совместной работы.....	220
7.7. Совершенствование процесса принятия решений .....	223

7.7.1. Согласование иерархической структуры работ со структурой изделия.....	224
7.7.2. Поощрение сотрудничества.....	226
7.7.3. Расширение полномочий рабочих групп.....	229
7.7.4. Упреждающее выявление факторов риска и управление рисками ...	231
7.7.5. Налаживание информационного обмена.....	232
7.8. Поставка программы.....	238
7.9. Практики интеграции, использованные в программе F/A-18E/F.....	241
7.10. Резюме.....	242
7.11. Вопросы для обсуждения.....	243
7.12. Список использованных источников.....	243
Примечание.....	244

## **Глава 8. Процессы, практики и инструменты интеграции управления программой и системной инженерии.....**

8.1. Введение.....	245
8.2. Механизмы эпизодической интеграции.....	246
8.2.1. Контрольные точки программы.....	247
8.2.2. Совместное планирование.....	250
8.2.3. Специально выделенное пространство для совещаний рабочих групп.....	253
8.2.4. Прерывистая интеграция продукции и итеративная разработка.....	254
8.2.5. Резюме. Механизмы эпизодической интеграции.....	255
8.3. Механизмы регулярной интеграции.....	257
8.3.1. Стандарты, методологии и оценки.....	257
8.3.2. Интегрированная разработка продукции и процессов.....	261
8.3.3. Процессы организации труда.....	264
8.3.4. Управление требованиями.....	267
8.3.5. Управление рисками.....	270
8.3.6. Измерение технических показателей.....	272
8.3.7. Руководство.....	274
8.3.8. Механизмы систематической интеграции. Резюме.....	276
8.4. Замечание по адаптации.....	277
8.5. Резюме.....	279
8.6. Вопросы для обсуждения.....	280
8.7. Список использованных источников.....	281
Дополнительная литература.....	282

## **Глава 9. Организационная среда.....**

9.1. Введение.....	283
9.2. Структурные аспекты интеграции.....	283
9.2.1. Формирование программ.....	287
9.3. Факторы организационной среды.....	290
9.3.1. Культура.....	291
9.3.2. Лидерство.....	294

9.3.3. Междисциплинарные рабочие группы для решения крупномасштабных проблем.....	295
9.3.4. Основные замечания по поводу организационной среды .....	296
9.4. Проблемы интеграции при реализации крупномасштабных программ: отказ системы .....	297
9.4.1. Программа по созданию космического телескопа Хаббл .....	297
9.4.2. Программа по созданию терминала 5 в аэропорту Хитроу .....	298
9.5. Характерные признаки интеграции в успешной программе .....	300
9.5.1. Использование системной точки зрения .....	300
9.5.2. Стимулы как тактика системной интеграции.....	301
9.5.3. Влияние практики изменений на успешность организаций, реализующих программу.....	302
9.6. Международная космическая станция: модель интеграции систем .....	303
9.7. Резюме.....	307
9.8. Вопросы для обсуждения.....	307
9.9. Список использованных источников .....	308
Дополнительная литература.....	311

## **Глава 10. Развитие у персонала компетенций в области**

<b>интеграции</b> .....	312
10.1. Введение .....	312
10.1.1. История вопроса на конкретных примерах .....	312
10.2. Выявление компетенций в области интеграции .....	316
10.2.1. Лидерство .....	317
10.2.2. Системное мышление.....	320
10.3. Развитие компетенций в области интеграции .....	321
10.3.1. Интегрированный путь развития карьеры .....	323
10.3.2. Обучение и повышение квалификации .....	329
10.3.3. Создание междисциплинарных рабочих групп.....	330
10.4. Управление компетенциями в сфере интеграции.....	334
10.4.1. Управление ресурсами экипажа как модель для интеграции.....	334
10.4.2. Теория управления.....	337
10.4.3. Теория принятия решений и цикл OODA.....	338
10.5. Резюме .....	339
10.6. Вопросы для обсуждения.....	340
10.7. Список использованных источников.....	340
Дополнительная литература.....	345

## **Глава 11. Интеграция на протяжении жизненного цикла**

<b>программы</b> .....	347
11.1. Введение .....	347
11.2. Интеграция и типовой жизненный цикл .....	347
11.3. Стадии жизненного цикла в системной инженерии .....	350
11.4. Характеристики жизненного цикла при управлении программой .....	351

11.4.1. Разрывы в жизненном цикле и управление выгодами .....	355
11.4.2. Пример терминала 5 аэропорта Хитроу: провал системной интеграции.....	356
11.5. Крупномасштабные инфраструктурные программы .....	358
11.5.1. Модели жизненного цикла крупномасштабной инфраструктуры ..	361
11.6. Интеграция на протяжении жизненного цикла .....	363
11.6.1. Общая схема для согласования моделей жизненного цикла, принятых в управлении программой и системной инженерии .....	364
11.6.2. Возможности для интеграции на протяжении жизненного цикла программы .....	366
11.6.3. Оптимизация системы в целом: пример программы MSTI.....	368
11.7. Стили руководства на пяти стадиях управления программой создания Большого Бостонского туннеля .....	370
11.7.1. Соображения относительно компетентности руководителей .....	371
11.8. Резюме .....	372
11.9. Вопросы для обсуждения.....	372
11.10. Список использованных источников.....	373
Дополнительная литература.....	375

## **Глава 12. Влияние результативности интеграции**

<b>на исполнение программы.....</b>	<b>376</b>
12.1. Введение .....	376
12.2. Исполнение программы .....	377
12.3. Измерение интеграции в программах .....	381
12.3.1. Почему важно измерять интеграцию .....	381
12.3.2. Ключевые элементы для измерения интеграции.....	382
12.4. Интеграция как катализатор исполнения программы .....	386
12.4.1. Усиление интеграции улучшает исполнение программы.....	386
12.4.2. Влияние ориентированных на интеграцию моделей поведения на исполнение программы .....	388
12.5. Практический пример: модернизация электронных систем фрегатов королевских австралийских ВМС типа «Анзак».....	392
12.5.1. Предисловие к практическому примеру .....	392
12.5.2. Предпосылки для осуществления проекта.....	393
12.5.3. Создание условий для результативной интеграции управления программой и системной инженерии: предконтрактные рабочие совещания по снижению рисков .....	396
12.5.4. Содействие сотрудничеству .....	398
12.5.5. Результативный информационный обмен .....	399
12.5.6. Оперативное и результативное принятие решений .....	399
12.5.7. Конечный результат: повышение боевого потенциала ВМС с опережением сроков, в рамках бюджета и при минимуме недостатков, выявленных в процессе ходовых испытаний .....	400
12.6. Резюме .....	400
12.7. Вопросы для обсуждения .....	402

12.8. Список использованных источников .....	402
Примечание .....	404

## **Часть III. РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ ИНТЕГРАЦИИ В ВАШЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ .....**

405

### **Глава 13. Интеграция означает изменения .....**

406

13.1. Введение: необходимость изменений.....	406
13.2. Нужно вдумчиво относиться к изменениям .....	408
13.2.1. Препятствия на пути к изменениям.....	410
13.3. Фреймворки и модели преобразований.....	413
13.3.1. Фаза формирования стратегии.....	416
13.3.2. Фаза планирования.....	417
13.3.3. Фаза исполнения.....	418
13.4. Оценка готовности.....	421
13.5. Путь, который предстоит пройти, и как к нему подготовиться .....	424
13.6. Резюме .....	424
13.7. Вопросы для обсуждения.....	426
13.8. Список использованных источников .....	427
Дополнительная литература.....	428

### **Глава 14. Успешные программы по осуществлению изменений, способствующих интеграции .....**

430

14.1. Введение .....	430
14.2. Переосмысление возможностей: соединение системной инженерии и управления программой в Lockheed Missiles & Space Company .....	432
14.2.1. Обсуждение .....	437
14.3. Использование сертификации для содействия интеграции в программах закупок правительственных учреждений США .....	438
14.3.1. Обсуждение .....	442
14.4. Проведение интеграции программной инженерии и управления программой в компании Nationwide .....	443
14.4.1. Обсуждение .....	447
14.5. Управление изменениями в организациях, занятых инженерными программами: рост производительности труда в конструкторском бюро компании BMW .....	449
14.5.1. Введение .....	449
14.5.2. Сведения о компании BMW.....	449
14.5.3. Вызов для организации инженерных работ.....	449
14.5.4. Изменения инженерной деятельности и программа интеграции....	451
14.5.5. Результаты .....	456
14.5.6. Обсуждение .....	458
14.6. Программа создания одной из наиболее сложных внутригородских инфраструктур в мире: Большой Бостонский туннель .....	459
14.6.1. Обзор проекта .....	459



14.6.2. Организационная структура .....	460
14.6.3. Интегрированная организация проектов .....	463
14.6.4. Интегрированные команды проекта .....	463
14.6.5. Партнерство.....	464
14.6.6. Обсуждение .....	465
14.7. Резюме.....	466
14.8. Вопросы для обсуждения.....	469
14.9. Список использованных источников .....	469
Примечания к главе 14.....	470

## **Глава 15. Руководство программой изменений в целях интеграции.....**

15.1. Введение .....	471
15.2. Осмысление предстоящей работы: организационный контекст .....	472
15.2.1. Управление организационными изменениями .....	472
15.2.2. Выбор целесообразного направления усилий .....	473
15.3. Планирование изменений в рамках организационного контекста .....	476
15.3.1. Наблюдение и интервьюирование.....	478
15.3.2. Обобщение, информационный обмен и построение карты взаимосвязей .....	481
15.3.3. Планирование в сфере коммуникаций: представление и ранжирование альтернатив.....	485
15.3.4. Лидеры и лица, принимающие решения: требования к их приверженности и участию .....	490
15.3.5. Строительство пути к изменениям.....	492
15.3.6. Освоение и поддержание новых способов работы .....	495
15.4. Сведение четырех исходных измерений воедино для осуществления изменений.....	498
15.4.1. Процессы, практики и инструменты .....	500
15.4.2. Организационная среда.....	502
15.4.3. Компетенции персонала.....	503
15.4.4. Сопутствующие факторы.....	504
15.5. Практикам на заметку .....	505
15.5.1. Факторы, которые способствуют успеху.....	505
15.5.2. Нет коротких путей к успеху .....	506
15.5.3. Общие полномочия и ответственность .....	507
15.5.4. Что происходит, когда все идет не так, как запланировано? .....	509
15.6. Резюме .....	510
15.7. Список использованных источников.....	511

## **Часть IV. ПРИЗЫВ К ДЕЙСТВИЮ.....**

<b>Глава 16. Призывы к действию.....</b>	<b>513</b>
16.1. Призыв к академическому сообществу: помогите начинающим специалистам в адаптации .....	514

16.2. Призыв к предприятиям: создайте правильный механизм претворения стратегии в жизнь .....	522
16.3. Призыв к руководителям директивных органов: переориентируйте надзор и отчетность в правильном направлении .....	529
16.4. Призыв к отраслевым и профессиональным сообществам: придерживайтесь междисциплинарной точки зрения .....	534
16.5. Призыв к ученым: изучайте междисциплинарные системы .....	537
16.6. Список использованных источников .....	539

**Послесловие: навстречу предстоящей интеграции**..... 543

Аргументы в пользу интеграции .....	543
Новые идеи, возникшие при работе над книгой.....	543
Путь вперед .....	547

**Глоссарий** .....

548

**Словарь терминов, добавленный при переводе**.....

567

**Предметный указатель** .....

573

# Обращение к читателям

## Уважаемые читатели!

В течение ряда лет в России при содействии Русского института системной инженерии – RISE выходят переводы книг по тематике системной инженерии, написанных крупными зарубежными специалистами. Настоящая книга продолжает эту серию изданий.

Три предыдущие книги (Г. Лоусон. «Путешествие по системному ландшафту», А. Косяков и др. «Системная инженерия. Принципы и практика» и Э. Халл и др. «Инженерия требований») носили в основном учебно-методический характер, их авторы в качестве одной из главных целей ставили содействие овладению достаточно зрелыми методами и средствами системного мышления и современной системной инженерии. Настоящая книга отличается тем, что в ее основу положены результаты новейших исследований, которые специально и целенаправленно проводились авторами на протяжении нескольких последних лет с привлечением специалистов, занятых реализацией крупных инженерных проектов и программ в США и других странах.

Авторы книги не замыкаются, как это обычно бывает, на проблематике отдельной дисциплины или ее раздела, нет, в центре их внимания находятся масштабные проблемы налаживания продуктивного взаимодействия и сотрудничества между представителями различных дисциплин, занятых реализацией проектов и программ по созданию сложных инженерных объектов. Таким образом, книга знакомит читателя с положением дел, которое сложилось сегодня в мировой практике организации продуктивного взаимодействия между специалистами из различных областей профессиональной деятельности – системной инженерии, управления проектами и программами и ряда других. Кроме того, книга содержит целый ряд новых, полезных результатов и рекомендаций в отношении развития способности организаций плодотворно сочетать достижения системной инженерии и управления проектами и программами в интересах реализации лучших решений в условиях сложных программ и поддержания устойчивого развития этих решений на протяжении их жизни.

Сегодня на наших глазах происходит четвертая промышленная революция, которая по масштабу, объему и сложности сопутствующих ей изменений не имеет аналогов в истории технического развития. Одна из важнейших особенностей этой революции состоит в том, что быстро нарастающий поток взаимодействующих и усиливающих друг друга технологических инноваций заставляет существенным образом изменять всю технологическую инфраструктуру, которой пользуется человечество. Это относится и к энергетической, и к транспортной, и к IT-инфраструктуре, включает инфраструктуру оборонного комплекса, затрагивает инфраструктуру образования, здравоохранения и науки. По существу, нет ни одной стороны нашего существования, которая не будет затронута этими изменениями.

Проведение подобных изменений в жизнь возможно только в результате реализации крупных инфраструктурных инженерных программ. Таким образом, успех четвертой промышленной революции будет связан не только, а возможно, и не столько с развитием технологий, сколько со способностью людей к успешному сотрудничеству при реализации крупномасштабных инженерных программ. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, успех при осуществлении подобных программ достигается далеко не всегда. Причем способность к достижению успеха определяется главным образом не уровнем технологического развития, а уровнем развития культуры организаций, ответственных за исполнение программы. Как пишут авторы этой книги: «...для развития способностей к реализации инженерных программ нужна особая организационная культура, которая увязывает управление кадровым потенциалом со стратегией и наряду с инвестициями в развитие компетенций сотрудников предполагает также вложения в системы обеспечения, инфраструктуру и налаживание процессов...».

Проблема снижения разобщенности между руководителями программ и проектов, с одной стороны, и инженерно-техническими специалистами, привлеченными к их реализации, – с другой, стоит в нашей стране не менее остро, чем за рубежом. Хочется отметить, что важность решения этой задачи была осознана российскими учеными задолго до того, как на нее обратили внимание западные специалисты. Вот что писал известный отечественный системный методолог Г. П. Щедровицкий в 1964 году: «Победа новой точки зрения (Системного «видения объектов». – *Прим. П. Щ.*) и широкий переход к системным предметам и проблемам были обусловлены не только внутренним развитием самих наук, но во многом также развитием современного производства. Характерное и знаменательное явление наших дней – технические системы “большого масштаба”, нередко комплексно автоматизированные и обслуживаемые электронно-вычислительными машинами. Рациональное управление экономикой в целом и отдельными ее отраслями, даже отдельными предприятиями требует целостного представления о системе, включающей в себя производство и его организацию, сложную сеть коммуникаций различного рода, организацию снабжения и сбыта и т. д. С системами гигантского масштаба, охватывающими целую страну и даже несколько стран, сталкиваемся мы и в военном деле. Чтобы управлять подобными системами, их нужно специально изучать. Так развитие производства и техники влияет на формирование новых системных предметов и проблем исследования» (Щедровицкий Г. П. Проблемы методологии системного исследования. М., 1964). К сожалению, эти достижения отечественной научной мысли не нашли должного отражения и развития в практике реализации сложных инженерных проектов и программ.

За время многолетней работы в инженерной области отечественными специалистами наряду со всеми достижениями накоплен и опыт ошибок. Собственно, и цель всей нашей издательской деятельности – помочь инженерам и руководителям избежать принятия неправильных решений при осуществлении инженерных проектов и программ. Представляется, что особый интерес в этом кон-

тексте представляет предложенная авторами книги концептуальная платформа (фреймворк) интеграции, а также многочисленные практические примеры, привлеченные из различных областей деятельности. Мы надеемся, что данная книга поможет и при работе с небольшими стартапами, и при решении глобальных задач, подобных реализации крупномасштабных проектов по разработке и строительству автоматизированных систем управления атомными станциями.

Последняя задача особенно близка специалистам, сотрудничающим с Русским институтом системной инженерии – RISE, потому, что наш коллектив в своей основе вышел из предприятий ГК «Росатом» и мы благодарны всем людям, с которыми работали в этой отрасли многие годы. Во многом благодаря сотрудничеству с этими людьми у нас появился интерес к практикам использования системного подхода при реализации инженерных проектов и программ.

Мы хотели бы поблагодарить прежде всего Щедровицкого П. Г. за то, что он дал понимание необходимости постоянной массовой просветительской деятельности в области методологии инженерного труда. В конечном итоге все сводится к необходимости осмысления не только проектов, но и тех методов и инструментов, которые приводят к целям с наибольшей эффективностью и наименьшими рисками, повышению общей инженерной культуры. Кстати, вопросам формирования надлежащей организационной культуры и культуры проектов и программ придается в этой книге ключевое значение. Следующим нашим мотивом было сотрудничество и наблюдение за развитием стартапов компании «ТехноСпарк» Роснано под руководством Ковалевича Д. А., где практически с нуля создаются новые технологии и бизнесы. Наконец, мы продолжаем участвовать в проектах ГК «Росатом» в области управления жизненным циклом систем, сотрудничая с инженерами АО «ВНИИАЭС» и АО «РАСУ», где непосредственно применяем проектные и инженерные практики в области разработки систем технической диагностики, подобные тем, с которыми стараемся вас ознакомить. В этой связи мы выражаем особую благодарность генеральному директору АО «ВНИИАЭС» Тухветову Ф. Т. и первому заместителю Лупишко А. Н., а также генеральному директору АО «РАСУ» Бутко А. Б. и первому заместителю Антипову С. И. Список был бы неполным, если бы мы не поблагодарили ведущий проектный институт атомной отрасли – Объединенный проектный институт АО ИК «АСЭ» – и его генерального директора Топчияна Р. М., а также заместителей генерального директора Кучумова А. Ю. и Егорова С. В. Этот институт одновременно строит и проектирует такое количество АЭС по всему миру, какого до этого никогда не было. Возможно, что данную книгу мы готовили к изданию в нашей стране в значительной мере именно для них.

От себя лично хочу поблагодарить людей, которые сформировали и на протяжении более 25 лет поддерживали мой интерес к инженерной работе в атомной отрасли, – Гуцева Дмитрия Фёдоровича и Асмолова Владимира Григорьевича.

*Г. В. Аркадов,*  
президент Русского института системной инженерии

# Предисловие

## редактора перевода

В условиях четвертой промышленной революции растет потребность в реализации крупномасштабных инженерных программ, нацеленных на трансформацию технологической инфраструктуры, которой пользуется человечество. Системная инженерия является мощным инструментом для успешного создания сложных инженерных объектов и объектов информационных технологий и открывает здесь новые возможности по сравнению с традиционными инженерными подходами. Этот факт находит все большее понимание среди ответственных специалистов. С другой стороны, любая система, а тем более система большого масштаба, создаваемая в качестве объекта инфраструктуры, разрабатывается в рамках определенной программы/проекта. Вопросы успешного осуществления программ и проектов находятся в центре внимания таких дисциплин, как управление программой и управление проектами. При этом, как отмечает К. Шваб, «уникальность четвертой промышленной революции, помимо темпов развития и широкого охвата, заключается в растущей гармонизации и интеграции большого количества различных научных дисциплин и открытий»<sup>1</sup>. Иными словами, одной из важных составляющих успеха четвертой промышленной революции следует считать гармонизацию и интеграцию управления программой/проектами и системной инженерии.

Осознание необходимости более тесной координации и интеграции усилий системных инженеров и руководителей программ и проектов пришло достаточно давно. Более 20 лет назад Г. Эйснер в своей книге, посвященной основам управления проектами и системной инженерией, указывал на тесную взаимосвязь и взаимопроникновение этих дисциплин и подчеркивал, что компании, занятые реализацией инженерных программ и проектов, должны уделять существенное внимание налаживанию и поддержанию связи между ними, независимо от того, признает руководство компании наличие такой связи или нет<sup>2</sup>. Однако теория и практика интеграции системной инженерии и управления программой/проектами, включая необходимые для специалистов-практиков методы, приемы, модели и инструменты, развивались весьма медленно. Сегодняшний арсенал интеграции беден, более того, само понятие интеграции управления программой и системной инженерии до момента появления этой книги оставалось, по существу, не определено.

---

<sup>1</sup> Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2019.

<sup>2</sup> Eisner H. Essentials of Project and Systems Engineering Management. First ed. New York: Wiley, 1996.

С учетом указанных фактов Международный совет по системной инженерии (International Council on Systems Engineering, INCOSE) и Институт управления проектами (Project Management Institute, PMI), ведущие мировые организации в своих предметных областях начали в 2011 году совместную работу в целях улучшения, поощрения и развития сотрудничества между руководителями программ и системными инженерами. Эта работа продолжается до сих пор. К ней привлечены крупнейшие специалисты из академической среды, в частности Консорциум по совершенствованию программ подготовки инженеров Массачусетского технологического института (MIT's Consortium for Engineering Program Excellence, MIT CEPE), а также представители гражданских и оборонных отраслей промышленности, имеющие опыт работы в качестве руководителей программ и главных системных инженеров. Результаты комплекса исследований, которые проводились в рамках этой работы в период с 2012 по 2016 год, положены в основу данной книги.

Основная идея авторов заключается в том, что повышение уровня интеграции между управлением программой и системной инженерией позволяет существенно улучшить показатели исполнения инженерных программ во всех областях, от развития городской инфраструктуры до создания космических систем. При этом результаты исследований, которые были проведены с привлечением множества руководителей программ и главных системных инженеров, дали возможность сделать вывод, что существует целый ряд мероприятий, которые необходимы для достижения интеграции и могут быть на практике реализованы организациями.

Авторы книги сосредоточены на трех ключевых вопросах:

1. Что такое интеграция?
2. Зачем нужна интеграция?
3. Как добиться интеграции?

Для ответа на первый вопрос в книге рассмотрены особенности работы целого ряда компаний и реализации множества программ. Это рассмотрение выполнено с целью выяснения, почему хорошие стратегии зачастую дают плохой результат, а также что помогает некоторым компаниям и программам добиваться неизменно хороших результатов. Выводы, полученные в ходе этой работы, легли в основу первой части книги и дали возможность ответить на вопрос: «Что такое интеграция системной инженерии и управления программой?» Важно отметить, что авторы рассматривают интеграцию не столько как концепцию, но как комплексный многомерный признак, характеризующий способности и показатели деятельности организации или программы. В этом ключе следует рассматривать и определение интеграции, которое предлагается в пятой главе. Указанный подход позволил поставить и решить задачу оценки уровня интеграции и лег в основу концептуальной платформы (фреймворка) интеграции, которая подробно описывается во второй части книги. Кроме того, в рамках этого подхода и с использованием имитационного моделирования были проведены исследования связи между уровнем интегра-



ции и успешностью программ, результаты которого полностью подтвердили основные предположения и выводы авторов. Еще одним принципиально важным результатом, полученным в ходе исследования понятия интеграция, стало осознание того, что интеграция в принципе осуществима, а преимущества, получаемые от интеграции, существенно перевешивают затраты и усилия, необходимые для ее достижения.

Здесь мы переходим к ответу на второй вопрос. Понятно, что авторы настаивают на необходимости интеграции, но это не голословное утверждение. В книге приведены примеры нескольких десятков успешных и неуспешных программ, ход и результаты которых проанализированы с позиций интеграции, а также в контексте практического применения предложенного авторами фреймворка интеграции, о котором упоминалось выше. С нашей точки зрения наиболее ярким из приведенных примеров является пример программы создания палубного истребителя-штурмовика F/A-18E/F, анализу которой посвящена седьмая глава книги. Как указывают авторы, основной философией этой необычайно успешной программы была интеграция. Эта философия сложилась в результате того, что все участники работы осознали, что при отсутствии интеграции программа обречена на провал, и сумели подчинить свои функциональные и организационные интересы нуждам программы в целом. Существенный вклад в ответ на вопрос «Зачем нужна интеграция?» вносят и другие главы второй части книги. В частности, в главе 12 рассмотрено влияние результативности интеграции на исполнение программы и показано, что для улучшения результатов необходимо: понять, что подразумевается под интеграцией; разработать подход для оценки и улучшения интеграции; обосновать целевые показатели интеграции; наладить получение компетенций в сфере интеграции и решить вопросы обеспечения сильного управленческого и технического лидерства. Именно в контексте этих рекомендаций в главе 12 приводится и анализируется пример модернизации электронных систем фрегатов королевских австралийских ВМС типа «Анзак», в ходе которой интеграция оказалась ключевым механизмом достижения успеха программы.

Наконец, в третьей части книги рассмотрены практические пути достижения интеграции. Здесь авторы сосредоточились на проведении в программах устойчивых изменений, нацеленных на формирование надлежащего организационного климата, развитие человеческого капитала и резерва талантов и использовании хорошо формализованных подходов к осуществлению интеграции. По существу, речь идет о серьезных изменениях, которые проводятся на уровне организации в целом и приводят к глубоким сдвигам в организационном мировоззрении, культуре и поведении. В книге такие изменения охарактеризованы как трансформационные. В главе 13 рассмотрены возможные модели трансформационных изменений, а в главе 15 – вопросы о способах и путях реализации программы изменений, имеющей целью интеграцию управления программой и системной инженерии. Кроме того, в главе 14 приведен целый ряд примеров того, как, опираясь на принципы, использованные



при построении концептуальной платформы (фреймворка) интеграции, различные организации и программы сумели добиться интеграции и стать более успешными.

Основная идея авторов книги состоит в том, что повышение уровня интеграции управления программой и системной инженерии, включая повышение результативности принятия решений, сотрудничества и коммуникаций, позволяет повысить показатели исполнения инженерных программ, реализуемых в самых разных областях. В свою очередь, главный вывод авторов заключается в том, что существует целый ряд конкретных мер, которые дают возможность добиться высокого уровня интеграции на практике.

Авторы книги указывают и на то, что понимание и практика последовательного, целенаправленного применения интеграции еще не сложились, а результаты их исследования необходимо рассматривать как вклад в уточнение и проверку концепций интеграции. Таким образом, вторая главная идея книги состоит в том, что работы в сфере улучшения интеграции необходимо поддерживать и продолжать, расширяя базу знаний и практик в этой важной области.

Это необычная книга. Ее нельзя назвать учебником, но и нельзя считать классической монографией. С другой стороны, это и не отчет о результатах коллективных исследований. В книге можно обнаружить признаки всех упомянутых вариантов, но в ней есть и то, что в научной литературе встречается весьма редко, а именно – призывы к действию, сформулированные в четвертой части книги. Эти призывы адресованы академическому сообществу, предприятиям, правительственным кругам, отраслевым и профессиональным сообществам, а также ученым. Авторы настаивают, что руководители программ и главные системные инженеры, безусловно, играют ключевые роли в процессе проведения изменений, направленных на улучшение интеграции, но их профессиональных усилий и компетенций совершенно недостаточно для достижения успеха в этом деле, а следовательно, и в деле успешной реализации программ. Как говорят авторы, «...все элементы системы должны активно участвовать в процессе трансформации». Присоединяясь к призывам авторов, мы выражаем надежду, что интерес к интеграции управления программой/проектами и системной инженерии будет проявлен и в нашей стране, причем как со стороны академического сообщества, так и со стороны отраслевых и профессиональных сообществ, а также предприятий и всех других институтов, заинтересованных в достижении успеха при создании сложной инженерной продукции и осуществлении других программ и проектов различного масштаба и направленности.

Эта книга рассчитана на инженеров и управленцев, занятых программами и проектами по созданию сложных систем, специалистов в области организации производства и управления персоналом, а также ученых и преподавателей, чьи профессиональные интересы затрагивают области управления программами и проектами и системной инженерии. При этом следует иметь в виду, что ряд приведенных в книге выводов являются дискуссионными, о чем заявляют и сами авторы.

Эта книга появилась на русском языке в результате усилий, предпринятых множеством людей. В первую очередь необходимо выразить глубокую признательность Русскому институту системной инженерии и его президенту Г. В. Аркадову, которые в течение многих лет поддерживают издание в нашей стране книг по тематике системной инженерии и управлению инженерной деятельностью.

Важную поддержку оказали и другие люди. Дискуссии с А. С. Товбом помогли лучше уяснить возможности реализации идей интеграции управления программой/проектами и системной инженерии в России, консультации с Б. А. Позиным позволили улучшить понимание некоторых из изложенных в книге концепций интеграции в контексте системной интеграции и оказания ИТ-услуг полного цикла, благодаря Е. В. Батовриной удалось проанализировать некоторые из концепций интеграции в увязке с положениями, принятыми в сфере управления персоналом. Отдельно хочется выразить признательность Ю. В. Балашову и Ю. И. Лобановскому, консультации с которыми значительно облегчили работу над переводом и редактированием главы 7.

Подготовка русского издания книги оказалась непростым делом. Одна из главных трудностей заключалась в том, что в нашей стране работы по терминологии в сфере управления программой/проектами и в области системной инженерии ведутся в основном на общественных началах и, насколько нам известно, никем не координируются. Поэтому очень важной стала помощь в согласовании терминологии, принятой в книге, с терминологией, принятой в русских изданиях Руководств PMI, оказанная членами отделений PMI в Москве и Санкт-Петербурге. Здесь в первую очередь хочется поблагодарить Константина Трунина, PMP, координатора от Московского отделения PMI, и Алексея Никитина, PMP, координатора от Санкт-Петербургского отделения PMI, которые сумели организовать работу по контролю терминологии. В ней приняли участие Андрей Ангельчев, PMP; Андрей Боков, PMP; Олег Мележников, Антон Рыбалка, Евгений Салтыков, PMP, и Артем Шушков, которые оказали этой работе существенную поддержку.

Это первая книга по тематике интеграции управления программой и системной инженерии, издаваемая на русском языке, и сама эта тематика совсем недавно оказалась в центре внимания регулярных исследований. В таких условиях неизбежны ошибки и неточности. Поэтому буду особенно благодарен читателям за комментарии и отзывы.

*В. К. Батоврин*  
E-mail: batovrin@mirea.ru

# Предисловие: практики, знания и инновации

Первые тексты, содержащие сведения о знаниях и связанных с ними практиках, появились еще во времена древнейших цивилизаций. Уже в наиболее ранних из этих документов можно найти рассуждения о том, что следует, а что не следует считать известным. В английском языке слово «знание» (knowledge) используется для обозначения множества самых разных «вещей» (things). Например, математические теоремы и компьютерные алгоритмы принято характеризовать как знания, без которых невозможны математика и информатика. Вместе с тем знанием называют и то, чем обладает опытный хирург или плотник, хотя сущность этого знания никак не связана с формулами или кодированием сигналов.

Философы, начиная с Аристотеля, всегда подчеркивают это различие, выделяя два различных вида знаний, а именно: *явное знание* (know-what) и *неявное знание* (know-how). Явное знание самодостаточно, оно может быть формализовано и систематизировано, а носитель подобного знания может сравнительно легко передать его другому человеку. Под неявным подразумевают знание, которое связано с профессиональным опытом, талантами и практикой. Этот тип знания в гораздо большей степени, чем явное знание, ассоциируется с контекстом и условиями использования. Неявные знания трудно, а порой невозможно, систематизировать, их передача, если она в принципе осуществима, требует затраты значительных ресурсов и отнимает много времени.

В нашей повседневной жизни, как правило, приходится иметь дело с неявным знанием (know-how). Оно необходимо и в ежедневных делах, и при выполнении работ, предусмотренных должностными обязанностями. Вместе с тем, как бы абстрактно это не выглядело, все эти дела и работы связаны с определенными практиками. Что это означает? Это означает, что неявное знание не существует само по себе, а является неотъемлемой частью обычного поведения и профессиональной деятельности, а также закреплено в человеческой памяти, привычках и психологических установках. Практика деятельности включает устоявшийся словарный запас, трудовые навыки, накопленные примеры, положительный и отрицательный опыт использования технологий, а также сложившееся у нас представление о наилучшем образе действий.

Это множество действий и слов, эмоций и неписаных правил позволяет людям, практикующим в одной и той же области, быстро понимать друг друга, а также использовать при совместной работе такие способы взаимодействия, которые были бы практически невозможны, не будь практики этих людей схожи. Я встречал множество подобных примеров, когда работал консультантом

по вопросам развития и передачи знаний. Например, однажды я сотрудничал с нефтяниками, занятыми на промыслах в Северном море. Этим специалистов временно перевели в Мексиканский залив, чтобы научить местных работников новым методам, которые были разработаны северянами. Существенные различия в культуре, языке и внешности растаяли, когда дело дошло до обсуждения работы буровой установки и ее наладки. У обеих групп практики бурения были достаточно схожими, чтобы передача знаний состоялась без особых затруднений.

С другой стороны, у людей, имеющих различные профессиональные интересы, при обмене знаниями возникнет существенно больше трудностей, чем у упомянутых нефтяников. Неявное, скрытое, несистематизированное знание крепко связано с областью деятельности, которая с ним ассоциируется, а распространение подобных знаний за пределы этой области может стать трудным и дорогим занятием. В целом в этом и заключается основная проблема работы со знаниями. Как лучше всего объединить два (или более) различных способа познания и выполнения работ для успешного решения важной задачи? Поиску ответа на этот вопрос и посвящена данная книга.

Еще одна особенность состоит в том, что практики не могут и не должны оставаться неизменными. Развитие новых технологий и накопление новых знаний приводят к изменению и совершенствованию практик. Иногда, в результате появления новых технологий, возникают и развиваются совершенно новые методы и приемы. Бывает и так, что целенаправленное воздействие отсутствует, а сложившиеся практики обновляются в результате естественного развития. Последний сценарий уже трудно отличить от биологической эволюции. Можно вспомнить, как за последние 75 лет эволюционировала кибернетика, появившаяся в качестве самостоятельной дисциплины в период Второй мировой войны. В процессе эволюции кибернетика утратила свое первоначальное имя и трансформировалась в несколько различных, самостоятельных практик, одна или две из которых рассматриваются в этой книге.

Первоначально интересы автора этих строк в области управления знаниями были связаны с синтезом управления информацией и управления процессами в соединении с появившимися в конце 80-х годов технологиями персональных компьютеров. Это была взрывоопасная смесь идей Питера Друкера (Peter Drucker), Элвина Тоффлера (Alvin Toffler), Даниэла Бэлла (Daniel Bell) и нескольких других популярных предвестников так называемой «эпохи знаний». Как следствие возникла потребность в развитии новой практики, обобщающей упомянутые идеи и подходы. Эта новая практика стала быстро развиваться под названием «управление знаниями». Вскоре появились и специалисты, стремившиеся на деле увязать примеры, предлагаемые бизнес-школами, с публикациями популярных журналов и рекомендациями консультантов. Чтобы помочь предприятиям начать управление знаниями по существу, полученные результаты были объединены с различными методами и руководящими принципами. Далее был добавлен ряд метрик, технологий, политик стимулирова-

ния и прочих инструментов, которые сделали управление знаниями жизнеспособной и пригодной для применения практикой. Десятилетие спустя практика управления знаниями была внедрена более чем на трехстах предприятиях, и пока я пишу эти строки, она по-прежнему жива и широко используется.

Но и практика управления знаниями будет, разумеется, видоизменяться за счет включения новых идей, мнений и инструментов, оставаясь, таким образом, актуальной для общества и экономики. Как показывает опыт, практики, которые не развивались или не предпринимали попыток развития, почти всегда исчезали, несмотря на то что их исчезновение могло привести к потерям для заинтересованных сторон.

Как правило, в своей основе практики (например, университетские дисциплины) редко подвергаются существенным изменениям. Каждый профессор знает об опасностях комплексного, междисциплинарного обучения и стремится подобных рисков избегать. За это расплачиваются студенты, поскольку учебные дисциплины не помогают разобраться в том, как устроен мир и как найти в нем свой путь. Наглядным примером может служить экономика. На протяжении долгого времени изменения в этой области шли медленно, идеи психологии и социологии, не говоря уже о рассмотрении знания как фактора, влияющего на производство, не использовались в экономических моделях. Авторы типовых учебников и сегодня уклоняются от обсуждения подобных представлений. Все это происходит несмотря на то, что две Нобелевские премии по экономике получили не экономисты, а именно Герберт Саймон (Herbert Simon) и Даниэль Канеман (Daniel Kahneman), идеи которых оказались настолько сильны, что в сфере экономики их стало невозможно игнорировать.

Итак, с учетом указанных проблем эта книга ставит перед собой задачу оказания помощи в налаживании продуктивного взаимодействия между специалистами, занятыми в двух важных сферах практической деятельности. Управление программами и системная инженерия относительно молоды – каждой из этих дисциплин меньше века. Тем не менее каждая из них накопила обширный свод явных знаний (know-what). Эти знания нашли отражение в стандартах, публикациях и пособиях, они положены в основу хорошо налаженных процедур сертификации, на прохождение которых практикующим специалистам могут потребоваться годы. Но еще важнее то, что обе указанные дисциплины критически зависят от богатейших резервов неявных знаний (know-how), которыми обладают наиболее опытные и квалифицированные специалисты. Успех или неудача сложной программы либо проекта в значительной мере определяется наличием профессионального опыта у коллектива специалистов. Возможность привлечения к работе нескольких высококвалифицированных специалистов-практиков может стать ключевым фактором успеха. С другой стороны, в каждой области практической деятельности передача неявных знаний от одного поколения к другому может занять значительное время. Этот процесс занимает много времени, даже в тех случаях, когда представители разных поколений ориентируются на использование одних и тех же практиче-

ских приемов, говорят на одном и том же профессиональном языке, работают в одинаковых условиях и занимаются решением одних и тех же проблем. Обмен неявными знаниями дополнительно усложняется, если явные знания сформулированы недостаточно четко и их толкование в пределах дисциплины еще не устоялось. Задача соединения неявных знаний (know-how), накопленных в двух разных предметных областях – даже в контексте решения общей проблемы, – еще более трудоемка. Но в конечном счете именно это необходимо для достижения успеха.

«Из ничего не происходит ничего»<sup>1</sup>, – провозглашают философы. В основе новых идей лежат другие, более старые идеи. Возникновение новых знаний – результат упорядоченных процессов, таких как наука или, что более типично, результат обобщения, слияния, борьбы или распространения ранее накопленных знаний. В конечном счете эти новые знания систематизируются и переходят в состояние явных знаний (know-what), а на этом фундаменте строятся новые практики. Так было всегда, и, вероятно, так будет продолжаться до тех пор, пока возникновение знаний остается по своей сути социальным процессом.

В этой книге предпринята впечатляющая попытка разобраться в том, что две сложившиеся и практически значимые дисциплины способны предложить друг другу, своим приверженцам и обществу. В результате предпринятых авторами усилий может появиться согласованное представление о путях, ведущих к успешному получению лучших решений. Это, в свою очередь, может принести большую пользу всем заинтересованным сторонам. Хочется поздравить авторов книги и выразить надежду на успех их начинания.

*Ларри Прусак (Larry Prusak)*

---

<sup>1</sup> Ex nihilo nihil fit – слова древнеримского поэта-философа Лукреция (98–55 гг. до н. э.), содержащиеся в его сочинении «Природа вещей». – Прим. ред.

# Введение

В 2011 году Международный совет по системной инженерии (International Council on Systems Engineering, INCOSE) и Институт управления проектами (Project Management Institute, PMI) начали совместную работу в целях улучшения, поощрения и развития сотрудничества между руководителями программ и системными инженерами. Наши организации пришли к выводу, что между управлением программами и системной инженерией возникла разобщенность, которая препятствует успешному сотрудничеству, а для устранения этого барьера необходимо изменить мышление. В качестве призыва к действию мы подготовили совместный отчет, названный «*На пути к новому мышлению: преодоление разрыва между управлением программой и системной инженерией*» (Langley, Robitaille, & Thomas, 2011). Проблема в этом документе была определена так:

Управление программой несет ответственность за программу в целом, системная инженерия отвечает за технические и системные аспекты программы. При этом некоторые системные инженеры и руководители программ пришли к заключению, что сферы их профессиональной деятельности изолированы друг от друга и их не следует рассматривать как части органического целого (р. 24).

В отчете выдвигалось предположение, что в результате сложившейся обособленности каждая из дисциплин оказалась нацеленной на продвижение своего собственного подхода к получению решений, ориентированных на удовлетворение потребностей клиентов. Подчеркивалось, что такое положение складывается независимо от того, кто осуществляет руководство работами, чьи усилия приводят к наиболее значимым и заметным результатам или кто лучше понимает пути развития. Далее в документе указывалось:

В управлении программой и системной инженерии исторически сложились два различных понимания проблемы заинтересованных сторон. <...> В результате сформировались совершенно разные подходы к осуществлению ключевой деятельности, а именно: к управлению планированием и реализацией, выделению компонентов [системы] и описанию взаимодействия между ними, а также производству и комплексированию<sup>1</sup> компонентов (Langley et al., p. 25).

Контакты с заинтересованными сторонами, последовавшие после опубликования отчета, подтвердили наличие заявленных проблем. Это побудило наши организации формально оценить уровень интеграции и сотрудничества между руководителями программ и главными системными инженерами. В результате INCOSE и PMI в партнерстве с Консорциумом по совершенствованию

---

<sup>1</sup> См. термин «комплексирование» в словаре терминов, добавленном при переводе. – Прим. ред.



программ подготовки инженеров Массачусетского технологического института (MIT's Consortium for Engineering Program Excellence, MIT CEPE) в течение трех лет провели серию исследований, в центре внимания которых находились следующие вопросы:

- В какой мере скоординированы и интегрированы практики, инструменты и подходы, используемые главными системными инженерами и руководителями программ? Налажены ли там, где это необходимо, критически важные связи? В какой степени общие практики, такие как управление рисками, являются гармонизированными или независимыми? Были ли оценены и сопоставлены практики, инструменты и подходы с целью поиска возможностей для улучшения?
- Какова степень формализации функций, обязанностей и компетенций, характерная для каждой из дисциплин? Действительно ли каждая из дисциплин решает уникальные задачи, а если нет, то какие из этих задач решаются и той, и другой дисциплинами?
- Насколько хорошо взаимодействуют между собой главный системный инженер и руководитель программы? Существует ли напряженность в их отношениях? Если да, то каким образом наличие этой напряженности влияет на их способность к совместной работе?
- Каковы отличительные черты организаций с полностью интегрированными практиками управления программой и системной инженерии и низким уровнем междисциплинарной напряженности? Как удалось добиться этих результатов и наладить сотрудничество?
- Каковы отличительные черты организаций со слабо интегрированными практиками и высоким уровнем междисциплинарной напряженности? Какие барьеры стоят на пути интеграции и налаживания сотрудничества?
- Оказывают ли интеграция и сотрудничество заметное влияние на исполнение программы? Можно ли наглядно представить это влияние?

Результаты нашего исследования помогли обосновать необходимость перехода к новому мышлению:

В рамках нового мышления признается, что не может быть двух различных точек зрения на проблему заинтересованных сторон. Необходим единый подход к этой проблеме, который учитывает все элементы программы <...>. Этот вывод ведет к осознанию того, что все работы имеют отношение к представителям обеих дисциплин, а для предоставления выгод заинтересованным сторонам потребуются профессиональный опыт, накопленный как руководителями программ, так и системными инженерами (Langley et al., 2011, p. 26).

В ходе исследования и общения с представителями заинтересованных сторон было выявлено явное стремление к такому новому мышлению. Действия в этом направлении предпринимались отдельными руководителями программ и главными системными инженерами, которые объединяли усилия с целью улучшения результатов работы. Были случаи, когда подобные попытки возни-



кали спонтанно. На симпозиуме INCOSE в 2015 году двое коллег – руководитель программы и главный системный инженер из одной и той же компании – рассказали, что им удалось обнаружить друг у друга нужные элементы решения благодаря случайному стечению обстоятельств. Отношения, которые они дальше установили, привели к изменениям, обеспечившим лучшую согласованность, интеграцию и сотрудничество. Но когда один из этих специалистов покинул организацию, возникли опасения, что начатые изменения укоренились недостаточно, чтобы быть устойчивыми и не зависеть от отношений между сотрудниками. Другими словами, согласованность, интеграция и сотрудничество не стали неотъемлемой, критически важной частью корпоративной культуры, процессов и систем. Оценка указанных факторов или не проводилась, или ее результаты не сообщались старшим руководителям, как следствие ценность, которую представляют для организации согласованность, интеграция и сотрудничество, оказалась скрыта от руководителей высшего звена.

Таким образом, важны не только предпосылки к изменению и возможность изменений собственно системной инженерии и управления программой. Высшие руководители корпораций и правительственных учреждений также должны изменить свой способ мышления. Для устранения пробелов и улучшения результатов им необходимо ясно видеть связи между стратегией, выгодами, показателями, возможностями предприятий и выполняемой на них работой. Эти ответственные лица должны признать пользу, которую руководимые ими организации могут извлечь даже в тех случаях, когда усилия по сокращению напрасных капиталовложений прикладываются поэтапно. Они должны сделать так, чтобы в организациях было принято учиться на примерах успехов и неудач, подобных представленным в этой книге, и использовать результаты этого обучения для постоянного улучшения собственных практик. Самое главное заключается в том, что высшие руководители должны быть вместе со своими руководителями программ и главными системными инженерами и возглавить процесс перехода к новому мышлению, которое и находится в центре внимания этой книги.

*Алан Хардинг (Alan Harding),*  
президент Международного совета  
по системной инженерии (INCOSE)

*Марк Лэнгли (Mark Langley),*  
президент и генеральный директор  
Института управления проектами (PMI)

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

Langley M., Robitaille S., Thomas, J. Toward a new mindset: Bridging the gap between program management and systems engineering. PM Network, 2011, 25 (9), p. 24–26.

# Вступление

Основная идея книги заключается в том, что налаживание тесного сотрудничества между людьми, имеющими различные точки зрения, позволяет существенным образом расширить их возможности получения значимых профессиональных результатов. Эта мысль не нова. Ценность подобного способа работы не требует доказательств, а свидетельства его преимуществ получены и в науке, и в политике, и в управлении производством. В центре внимания авторов рабочие отношения между руководителями программ и главными системными инженерами. Утверждается, что тесная кооперация между этими специалистами позволяет значительно повысить выгоды, получаемые заинтересованными сторонами от реализации сложных программ. Более того, сама книга появилась в результате подобного подхода к работе. Специалисты по управлению программой, по системной инженерии, а также представители научных кругов трудились сообща, чтобы в результате сопоставления, обобщения и объединения знаний, накопленных в различных областях, получить результат, потенциально важный не только в конкретной предметной области, но и для множества отраслей промышленности, правительственных учреждений и общества в целом.

## Истоки ВАЖНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Эта публикация является результатом совместных усилий, которые предпринимались авторами на протяжении пяти лет. Работа начиналась как два независимых мероприятия, объединенных общими интересами, а также наличием общих участников и институциональных спонсоров. В 2011 году Институт управления проектами (PMI) и Международный совет по системной инженерии (INCOSE) в целях содействия интеграции системной инженерии и управления программой сформировали стратегический альянс. При создании этого альянса стороны исходили из убеждения, что более тесная интеграция двух этих дисциплин позволит повысить эффективность решений как в интересах организаций, так и связанных с ними заинтересованных сторон.

Кроме того, в 2011 году представителями ряда промышленных предприятий (преимущественно авиакосмической отрасли) была создана группа для изучения вопросов применения принципов бережливого производства (Lean principles) в рамках управления программами. Впоследствии эта группа сплотилась вокруг объединения, названного Консорциумом по совершенствованию программ подготовки инженеров Массачусетского технологического институ-

та (MIT Consortium for Engineering Program Excellence, CEPE)<sup>1</sup>. Среди первых участников было много опытных руководителей программ, системных инженеров, а также исполнителей обеих ролей. Некоторые из них являлись также членами PMI и INCOSE. На основе этих первоначальных контактов и последовавшего за ними более тесного взаимодействия началась организованная работа, получившая поддержку на институциональном уровне. Первым значимым результатом совместной работы представителей промышленности, а также профессиональных и академических сообществ стало *Руководство по управлению инженерными программами на основе принципов бережливости* (Oehmen, 2012). Работа по подготовке этой совместной публикации не только укрепила профессиональные связи, но и дала возможность заключить официальные соглашения о сотрудничестве и обмене данными. Эти соглашения способствовали подготовке новых совместных публикаций, а также формированию сообщества людей, имеющих разные точки зрения, но заинтересованных в решении вопросов, представляющих взаимный интерес.

В последующем указанное сообщество накопило обширный материал, вошедший в онлайн-версию указанного *Руководства*. В 2013 году в знак признания вклада в понимание бережливых методов и высокого качества полученных результатов авторы работы были удостоены премии Сигэо Синго<sup>2</sup>. К наиболее важным результатам этого сотрудничества можно отнести разработку механизмов, позволяющих специалистам и ученым, представляющим две важные сферы профессиональной деятельности, работать совместно и использовать свои уникальные достижения в интересах решения общих проблем.

## ПОИСКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ ИСХОДНОГО СВОДА ЗНАНИЙ

Научные результаты, положенные в основу этой книги, формировались в четыре этапа на протяжении примерно трех лет. Работа включала проведение обследований и интервью, обзоры литературы, статистический анализ и проведение имитационного моделирования. Данные были получены из географически распределенных источников, включая разнообразные сектора промышленности и правительственные учреждения. Для формирования и обоснования выводов, полученных в результате анализа, использовались подтверждающие доказательства, в качестве которых послужили результаты исследований

<sup>1</sup> Массачусетский технологический институт (Massachusetts Institute of Technology – MIT) – основанный в 1861 году MIT является сегодня одним из крупнейших и наиболее престижных технических университетов США и мира. – *Прим. ред.*

<sup>2</sup> Сигэо Синго (08.01.1909–14.11.1990) – японский промышленный инженер, один из создателей производственной системы «Тойоты», создатель системы SMED и модели Синго. С 1988 года Университет штата Юта присуждает ежегодную «Премию Сигэо Синго», которая считается одной из наиболее престижных наград в области совершенствования процессов производства. – *Прим. ред.*

в этой области, опубликованные другими авторами. Хотя работа носила в основном поисковый, исследовательский характер, по мере ее выполнения было формально выдвинуто и проверено несколько гипотез об интеграции. Общие выводы, полученные в результате применения различных методов, легли в основу исходного свода знаний данной книги.

В октябре 2012 года PMI и INCOSE провели совместное исследование с целью углубления понимания ролей руководителей программ и главных системных инженеров и оценки уровня интеграции между ними. Исследователи из MIT SEPE оказали научную поддержку специалистам PMI и INCOSE в обработке, анализе и обобщении результатов этого исследования. Затем полученные результаты были представлены аудитории на международных конгрессах PMI и международных симпозиумах INCOSE, а также в рабочих группах, состоящих из профессионалов, включая членов указанных организаций, а также сотрудников различных промышленных предприятий.

Хотя первые результаты анализа данных, полученных в ходе опроса, были содержательными, они подняли больше вопросов, чем дали ответов. Эти результаты позволили лишь наметить важную проблему, которая в значительной степени оставалась без внимания. Как следствие были поставлены новые задачи, и сотрудники MIT SEPE начали дополнительные исследования. С каждым последующим циклом этих исследований возникали все новые вопросы. Результатом процесса стал запуск исследовательской программы, состоящей из нескольких этапов. Четыре отдельных этапа этих исследований и их цели прокомментированы в табл. В1. Подробные сведения о каждом из этапов выполненных работ приведены в последующих разделах.

**Таблица В1. Четыре этапа формирования базы знаний в области интеграции управления программой и системной инженерии**

	<b>Этап 1 Октябрь 2012</b>	<b>Этап 2 Июль – сентябрь 2013</b>	<b>Этап 3 Ноябрь 2013 – март 2014</b>	<b>Этап 4 Июль 2014 – февраль 2015</b>
<b>Направление исследования</b>	Первичный опрос, чтобы понять, каким образом в организации интегрированы управление программой и системная инженерия	Исследование опыта компаний, где отсутствует непродуктивная напряженность	Исследование опыта компаний, где имеется непродуктивная напряженность	Обследование с целью сбора данных и проверки концептуальной платформы (фреймворка) интеграции
<b>Методика</b>	Онлайн-опрос, общемировая выборка из 694 пригодных анкет (340 действующих руководителей программ, 222 действующих главных системных инженера, 132 специалиста, исполняющих обе роли одновременно)	Интервью с респондентами (9 руководителей программ или главных системных инженеров) с целью получения сведений о деятельности организации в направлении интеграции управления программой и системной инженерии	Интервью с респондентами (7 руководителей программ или главных системных инженеров) с целью получения сведений о деятельности организации в направлении интеграции управления программой и системной инженерии, а также о причинах непродуктивной напряженности	Онлайн-опрос, общемировая выборка из 157 пригодных анкет (руководители программ и системные инженеры), заполненных представителями 18 отраслей промышленности. Валидация результатов с использованием статистического анализа

## Первый этап исследования

В 2012 году около 3000 системных инженеров (членов INCOSE) и 5000 руководителей программ (членов PMI) получили предложение принять участие в опросе, проводимом под эгидой PMI и INCOSE. По итогам этого веб-опроса содержательные ответы были получены от примерно 700 респондентов, работающих по всему миру. Участие в опросе было ограничено. Ответы принимались только от действующих руководителей программ (лиц, обладающих высшими полномочиями и ответственностью в целом за программу, включающую несколько проектов), действующих главных системных инженеров (лиц, обладающих высшими техническими полномочиями и ответственностью за продукцию или систему, подлежащие разработке) или от лиц, исполнивших на момент опроса обе эти роли.

Опрос был организован для получения лучшего представления об интеграции управления программой и системной инженерии в организациях. Респондентам были заданы вопросы относительно:

- общих профессиональных навыков и сфер ответственности, присущих двум ролям;
- уровня взаимодействия и интеграции между двумя ролями;
- взаимосвязи между использованием стандартов, интеграцией, формализацией, уровнем эффективности и уровнем непродуктивной напряженности в отношениях между управлением программой и системной инженерией;
- направлений сотрудничества между INCOSE и PMI, которые могли бы улучшить координацию между практиками системной инженерии и управления программой.

В результате исследования были получены полезные сведения о состоянии взаимодействия и степени интеграции управления программой и системной инженерии. Поскольку опрос затрагивал множество разных областей, он не предполагал детального рассмотрения какой-либо из затронутых тем. Отдельное внимание при опросе было уделено непродуктивной напряженности между руководителями программ и системными инженерами. Под непродуктивной напряженностью понималась любая проблема на стыке дисциплин, способная негативно повлиять на результаты исполнения программы. При этом основное внимание было сосредоточено на практиках, инструментах, методах и приемах, а также должностных инструкциях и распределении обязанностей. Была проведена оценка негативного влияния непродуктивной напряженности на исполнение программы. Ответы «Непродуктивная напряженность отсутствует» при этом не учитывались. Для выявления обстоятельств, способствующих улучшению интеграции между двумя сторонами, а также приводящих к появлению непродуктивной напряженности между ними, полученные данные были подвергнуты детальному статистическому анализу. В результате анализа возникло несколько полезных идей, но связь интеграции

и непродуктивной напряженности с результатами исполнения программы и показателями деятельности организации на данном этапе осталась нераскрытой. Также остались неясными механизмы, позволяющие достичь более высоких уровней интеграции.

## Второй и третий этапы исследования

Результаты, полученные на II и III этапах исследования, послужили хорошей основой для понимания наиболее значимых аспектов интеграции управления программой и системной инженерии. Для выявления механизмов интеграции и оценки ее влияния на фактические показатели деятельности понадобилась дополнительная информация о том, как на самом деле в организации проводится интеграция. К нашему удивлению, респонденты в процессе опроса отметили свою готовность к участию в дальнейших исследованиях. Это дало возможность получения дополнительных сведений о том, как в их организациях налажена работа по интеграции управления программой и системной инженерии. Следует отметить, что в значительной доле случаев респонденты, согласившиеся участвовать в дальнейших исследованиях, одновременно указали, что они работают в условиях отсутствия или низкого уровня непродуктивной напряженности между управлением программой и системной инженерией. Таким образом, на II этапе исследования в центре внимания оказались организации, благополучные с точки зрения наличия непродуктивной напряженности между двумя дисциплинами. Респондентам были заданы следующие вопросы: что они знают об интеграции, что понимают под непродуктивной напряженностью, как они характеризуют свои производственные коллективы, как они представляют взаимосвязь между управлением программой, системной инженерией и другими связанными с ними факторами. Кроме того, респондентам было предложено объяснить, имеется ли связь между указанными факторами и выводом о том, что в их организации наблюдается низкий уровень непродуктивной напряженности между управлением программой и системной инженерией.

Чтобы обеспечить основу для сравнительного анализа, из исходной группы участников опроса была выделена отдельная группа респондентов, указавших на высокий уровень непродуктивной напряженности в своих организациях. Интервью с этой группой состоялось на III этапе исследования. Респондентам были заданы вопросы, повторявшие вопросы, заданные их коллегам на II этапе. Дополнительно участников опроса попросили указать на основные причины возникновения в их организациях непродуктивной напряженности между управлением программой и системной инженерией. Ответы, полученные на втором и третьем этапах, сравнивались, а выявленные различия использовались в целях более точного определения интеграции и непродуктивной напряженности между управлением программой и системной инженерией, а также для выявления факторов, которые могут способствовать интеграции или смягчить непродуктивную напряженность.



В целях развития и уточнения выводов, полученных на I этапе исследования и в ходе опросов, был проведен анализ публикаций, в том числе содержащих практические примеры. Изучались данные, связанные с тематикой интеграции в целом, причем особое внимание уделялось исследованиям интеграции управления программой и системной инженерии. В результате стало понятно, что эта область изучена слабо. Были найдены практические примеры, имеющие отношение либо к управлению программой, либо к системной инженерии. При этом примеров, связанных непосредственно с природой взаимодействия между управлением программой и системной инженерией, а также с влиянием этих связей на реализацию и результаты программы, удалось обнаружить очень мало.

Таким образом, к началу работы над книгой обстоятельных исследований в интересующей нас области не проводилось, и эмпирическая база знаний или научных результатов отсутствовала. В этих обстоятельствах наше исследование стало в значительной степени поисковым, его также можно охарактеризовать как теоретическую разработку на стадии «наблюдение, описание и измерение» (Christensen, 2006). В основе исследования лежал индуктивный или интуитивный подход, причем основное внимание уделялось выявлению ключевых факторов и концепций, способствующих формированию общей позиции, а также поиску взаимосвязи этих факторов между собой. Как только в результате исследования были идентифицированы исходные концепции и связи между ними (т. е. была разработана модель системы), стало возможным проводить дедуктивный (или подтверждающий) анализ для проверки конкретных гипотез и оценки степени зависимости различных факторов между собой.

После разработки модели и ее целевого тестирования был выполнен анализ данных, полученных как в рамках исследования, так и в процессе опросов. Целью анализа было составление исходной версии практико-ориентированной рамочной структуры (фреймворка) (см. глоссарий), способной помочь организациям в осмыслении проблем, связанных с интеграцией, а также в выявлении областей, где возможны улучшения. Кроме того, анализ результатов интервью позволил дать более строгое определение понятиям интеграция и непродуктивная напряженность. Полученные определения, построенный фреймворк и результаты исследований были представлены на нескольких конференциях и семинарах, участниками которых являлись как руководители программ, так и системные инженеры. Эти результаты были также тщательно изучены профильными экспертами от каждой из предметных областей, что помогло дальнейшему уточнению рабочих определений понятий, связанных с концепцией интеграции.

## Четвертый этап исследования

Практико-ориентированный фреймворк послужил основой для более строго формализованных исследований с целью построения концептуальной плат-

формы (фреймворка) интеграции<sup>1</sup>, включая формальное определение переменных, а также описание предполагаемых связей между ними. Далее Платформа интеграции использовалась при проведении опроса в целях определения каждой из переменных в соответствии с принятыми стандартами и практиками проведения исследований. Опрос проводился в интернете, а приглашения принять в нем участие были направлены руководителям программ и системным инженерам, представляющим те же группы, что и в ходе обследования, проводившегося на I этапе. Данные, полученные в результате нового опроса, были использованы в ходе формального тестирования Платформы интеграции и позволили высказать дополнительные соображения о природе взаимосвязей между различными элементами этой модели.

В онлайн-обследовании участвовали 157 руководителей программ и системных инженеров со всего мира. На основании полученных данных с помощью современных методов статистического анализа и моделирования удалось провести более строгий и систематический анализ, необходимый для валидации концепций, которые были определены ранее. Полученные результаты позволили улучшить понимание факторов, вносящих наиболее существенный вклад в интеграцию, а также получить более точную оценку влияния интеграции на исполнение программы. Подробные фактические данные об элементах интеграции были использованы при построении имитационной модели, предназначенной для проверки суждений о сущности интеграции между управлением программой и системной инженерией в различных условиях.

## Достоинства и недостатки исследовательской базы

Настоящий обзор результатов исследования не только содержит описание эмпирической основы идей, изложенных в книге, но и акцентирует внимание на имеющихся ограничениях. Необходимо отметить, что эти результаты следует рассматривать в качестве отправной точки развития и понимания теории интеграции управления программой и системной инженерии на начальных этапах ее становления. При выполнении исследований общее эмпирическое правило состоит в том, что сбор данных проводится до тех пор, пока анализ этих данных позволяет получать новые существенные результаты (сбор прекращается, когда поток идей, полученных в результате анализа, иссякает). Безусловно, данные, которые легли в основу этого обсуждения, намного богаче данных, которыми мы располагали в начале работы. Но исследования в области интеграции продолжают носить поисковый, предварительный характер, поскольку появление каждой новой выборки данных влечет за собой возникновение новых идей.

---

<sup>1</sup> Далее по тексту термин Концептуальная платформа (фреймворк) интеграции (Integration Framework) заменен для краткости на Платформа интеграции. Определение термина Integration Framework приведено в глоссарии. – *Прим. ред.*



Таким образом, представленные здесь идеи лучше всего считать разумными гипотезами о том, как лучше интегрировать управление программой и системную инженерию. Материал книги будет полезен и практикующим специалистам, и исследователям. При этом важно отметить, что исследовательская работа еще не закончена, а некоторые результаты нельзя считать полными. В других случаях представленные в книге идеи или рекомендованные действия могут касаться только симптоматики, а не основных вопросов и коренных причин, связанных с влиянием недостаточной интеграции на исполнение программы. Поэтому дальнейшие исследования, направленные на устранение данных недостатков, представляются не только желательными, но и необходимыми. Подводя итог, отметим, что эту книгу нельзя считать последним словом в области интеграции между указанными дисциплинами. Скорее, ее следует рассматривать как приглашение к активному обсуждению исключительно важной темы и продолжению исследований в этой области.

## **Интеграция знаний практиков с результатами исследований**

Порядок и форма представления информации, ее объем, а также примеры и понятия, рассмотренные в книге, были определены с учетом результатов, полученных на нескольких этапах исследования, среди которых следует в первую очередь выделить построение Платформы интеграции. Часть из этих результатов представлена в различных главах книги. Итоги выполненных исследований были также опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Кроме того, результаты работ публиковались в изданиях, ориентированных на специалистов-практиков, что, как говорится, дало возможность «взглянуть правде в глаза». Наконец, идеи, предложенные в книге, рассматриваются со множества точек зрения, что помогло их поступательному развитию. Коллектив авторов надеется, что обсуждение со столь представительной аудиторией позволило постепенно улучшить результаты работы и представить в книге наиболее актуальный и доступный их вариант.

При отборе материалов, предоставленных специалистами-практиками и другими участниками проекта, в качестве дорожной карты послужили идеи и концепции, сформировавшиеся в ходе исследований. При работе над книгой число участников и различных точек зрения не было ограничено. Такой подход позволил не только заметно повысить значимость и применимость результатов исследования, но и облегчить восприятие материалов и повысить интерес к книге со стороны широкого круга потенциальных читателей. Кроме того, этот подход позволил привлечь дополнительные материалы и примеры, что помогло преодолеть ограничения, связанные с недостаточностью объема и охвата набора данных, о которых говорилось выше.

Как уже отмечалось, нам удалось найти весьма незначительное число практических примеров, сконцентрированных на взаимосвязи между управлени-

ем программой и системной инженерией. В этих условиях практические примеры, иллюстрирующие конкретные особенности Платформы интеграции, использовались всегда, когда их удавалось найти, и имелась возможность ими воспользоваться. Предпочтение отдавалось примерам, подкрепленным результатами научных исследований, поскольку в этих случаях авторы обязаны придерживаться научных стандартов верификации данных. В случаях, когда подобные материалы не были доступны, использовались публикации в прессе. При этом особое внимание уделялось поиску дополнительных источников, подтверждающих приведенную информацию. Во всех случаях при отборе материалов, использованных в данной книге, действовало следующее правило: любые приведенные данные должны быть проверяемы и согласовываться с выводами наших или других систематических исследований.

Наконец, окончательный проект рукописи этой книги был рассмотрен экспертами, представляющими PMI, INCOSE и ряд научных сообществ. Более тридцати рецензентов прочитали фрагменты или весь проект рукописи и оставили свыше тысячи замечаний, включая точность, актуальность и форму представления материалов. Кроме того, они предложили альтернативные или новые соображения относительно интеграции управления программой и системной инженерии. Отзывы рецензентов содержали важные идеи, некоторые из которых позволили дополнить и улучшить эту книгу.

Таким образом, данная книга представляет собой сплав предварительных доказательств ценности и необходимости интеграции управления программой и системной инженерии как для практики этих дисциплин, так в конечном счете и для бенефициаров программ. Рассчитываем, что представленный здесь материал будет в краткосрочной перспективе полезен практикующим специалистам, а также побудит последователей продолжить исследования и разработки в этой важной области. Надеемся, что в будущем научный метод поможет устранить имеющиеся пробелы, недостатки и неточности.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КНИГЕ

Книга состоит из четырех частей. В первой части поясняется важность интеграции системной инженерии и управления программой, а также дается ответ на вопрос «**Почему** читателю следует заботиться об интеграции?». Далее эта мысль постепенно развивается в каждой главе раздела. Вначале показывается, какие большие возможности открывает интеграция двух дисциплин в плане улучшения исполнения программ. Затем описываются трудности, возникающие на пути к интеграции, а также перечисляются возможные выгоды, связанные с углублением интеграции.

Во второй части особое внимание уделено практикам и методам интеграции системной инженерии и управления программой. В центре внимания ответ на

вопрос «**Что** следует делать для усиления интеграции в ходе осуществления программы?». Внимание сосредоточено на основных элементах Платформы интеграции, при обсуждении каждого из которых используются результаты проведенных исследований, дополненные примерами, заимствованными из других научных работ и опыта практиков.

В третьей части обсуждается вопрос обеспечения устойчивости изменений, направленных на формирование новой практики комплексного, скоординированного использования двух дисциплин в процессе реализации программы. В центре внимания ответ на вопрос «**Как** на практике осуществить интеграцию в рамках программы?». Изменения как таковые всегда связаны с трудностями. Причем организационные преобразования характеризуются особой сложностью, определяемой множеством различных факторов. Подобные проблемы и пути их преодоления рассматриваются в главах третьей части. Описание сопровождается примерами успешных изменений.

Заключительная, четвертая часть книги содержит призыв к действию. Идеи, представленные в первых трех частях, ориентированы в первую очередь на программы и организации, заинтересованные в их непосредственной поддержке. В реальности программы реализуются в определенной среде, которую практикующие специалисты далеко не всегда могут эффективно контролировать. В свою очередь, эта среда оказывает влияние как на саму программу, так и на способность специалистов к скоординированной деятельности. В четвертой части книги рассматриваются трудности интеграции дисциплин, обусловленные особенностями операционной и ресурсной среды, в которой реализуется программа. Даны рекомендации по изменениям, необходимым для углубления интеграции управления программой и системной инженерии.

Наконец, следует отметить, что основное внимание в книге уделяется программам и условиям их реализации. Профессиональная деятельность многих читателей связана главным образом с проектами, из-за этого они могут решить, что материал не имеет прямого отношения к их деятельности. Институт управления проектами (PMI) определяет программу как «ряд связанных друг с другом проектов, подпрограмм и операций программы, управление которыми координируется для достижения выгод, которые были бы недоступны при управлении ими по отдельности» (PMBoK). Проекты, в отличие от программ, характеризуются строго определенным объемом работ, фиксированным бюджетом и заданными сроками. В рамках этих ограничений и должен быть предоставлен результат проекта. Несмотря на то что в центре внимания книги находятся программы, принципы и практики интеграции, рассмотренные в каждой из ее глав, могут быть применимы как к программам, так и к проектам. В любом случае может потребоваться адаптация описанных здесь принципов к условиям конкретного проекта или программы.

## В ПОИСКЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ РЕШЕНИЙ

В первой части книги обсуждается важность сложных программ для общества. Отмечается, что общество заинтересовано в реализации подобных программ только при условии высокого качества их исполнения, в противном случае осуществление программы может обернуться негативными последствиями. Проанализированы некоторые из причин плохого исполнения программ, а также факторы, способные положительно повлиять на результаты программы. Среди множества составляющих, влияющих на исполнение программы, рассмотрены функции, выполняемые специалистами по системной инженерии и управлению программой, включая их подход к налаживанию сотрудничества. В заключение представлена концепция интеграции, которая рассматривается как способ смягчения или предотвращения трудностей, характерных для множества программ.

Первая часть книги состоит из пяти глав.

В первой главе на примере корпорации SpaceX рассказывается о том, как наличие собственного, уникального подхода к управлению инженерными программами может повлиять на фактические результаты таких программ. Показано, что результаты программы могут быть обусловлены сочетанием целого ряда факторов, но в конечном итоге они определяются способностью организации к выстраиванию работы вокруг идей новаторства и эффективности. Отмечается, что ключевая роль в формировании условий, определяющих возможный успех или провал инженерных программ, принадлежит системной инженерии и управлению программой.

Во второй главе показано, что проблемы, с которыми приходится сталкиваться программам, во многих случаях коренятся в сложности решаемых задач и подходах к их преодолению. Неправильное реагирование на возникающие проблемы приводит к неудовлетворительному исполнению программы, о чем свидетельствуют три приведенных примера. Описанные в примерах проблемы

и вызовы хорошо известны, проблемы хорошо известны, однако многие программы по-прежнему страдают от негативных последствий, связанных с тем, что они не выявляются и не рассматриваются надлежащим образом. В этой главе также отмечается, что интеграция управления программой и системной инженерии в рамках единого механизма управления может привести к улучшению результатов сложных программ.

В третьей главе обсуждаются эффективные и результативные программы. Они анализируются с целью более глубокого понимания факторов, которые способствуют успеху таких программ. Показано, что повышение уровня исполнения программы может быть достигнуто за счет так называемой «интеграции», под которой подразумевается повышение готовности всех участников программы к сотрудничеству, общению и внесению своего вклада в общие усилия, направленные на решение поставленных задач. Далее по итогам рассмотрения сделан вывод, что углубление сотрудничества и интеграция между специалистами по системной инженерии и управлению программой способствуют преодолению трудностей, возникающих при реализации программы, и улучшают исполнение программы в целом.

В четвертой главе рассматривается историческое развитие управления программой и системной инженерии, роли специалистов, практикующих в этих областях, а также нацеленность указанных дисциплин на решение практических задач. При реализации больших и сложных программ основу успеха составляют высокое качество работы инженеров наряду с высоким общим уровнем управления. Как управление программой, так и системная инженерия критически важны для успеха программы в целом, но цели, которые преследуют эти дисциплины, могут не совпадать. Системная инженерия и управление программой накопили свои уникальные своды знаний, и на этой основе каждая из дисциплин способна внести полезный вклад в результаты работы. Но намного более важным является то, что в условиях скоординированного, комплексного применения управления программой и системной инженерии этот вклад может стать куда более весомым. Вместе с тем возможности для скоординированной работы соответствующих специалистов ограничены особенностями мировоззрения, сложившимися в рамках каждой из дисциплин, а это, в свою очередь, негативно сказывается на исполнении программы в целом.

В пятой главе интеграция системной инженерии и управления программой рассматривается в контексте оценки влияния интеграции на успех программы. Для улучшения результатов масштабных программ критически важно правильно определить и понять сущность интеграции в рамках организации. В данной главе дается общее определение интеграции, которое обсуждается в практическом плане, т. е. с точки зрения того, как интеграция проявляется в конкретных организациях, занятых различными видами деятельности.

# Глава 1

## На пути к новому мышлению

### 1.1. СТРЕМЛЕНИЕ К СОВЕРШЕНСТВУ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЛОЖНОЙ РАБОТЫ

Одно время в Соединенных Штатах была популярна фраза: «Если мы можем отправить человека на Луну, почему мы не можем <текст жалобы>?» Таким образом люди выражали ощущение того, что страна, ее жители, технические специалисты и правительство способны на что-то исключительное. Достаточно только принять решение. В это же время появилось другое образное выражение, а именно «rocket scientists», дословно – «ракетный ученый». Так благодаря успехам в ракетостроении и покорении космоса стали называть эрудированных и умных людей, способных создавать удивительные вещи, причем делать это таким образом, будто ничего особенного не произошло. Казалось, что просто нужно найти достаточно «ракетных ученых», и любая проблема – сколь бы сложной она не казалась – будет решена. Пожалуй, эти выражения были особенно популярны в конце шестидесятых – начале семидесятых годов XX столетия, т. е. тогда, когда Соединенные Штаты в обычном, как могло показаться, порядке отправили людей на Луну, спустя всего семьдесят лет после первого полета на аэроплане.

В таких же выражениях можно выразить чувство разочарования от того, что не все получается так, как это предполагалось или планировалось, несмотря на затраченное время, а также интеллектуальные и профессиональные усилия, которые, возможно, были приложены для достижения результата. Почему же при наличии передовых знаний, инструментов и возможностей, а также достигнутых ранее впечатляющих успехов самые серьезные усилия иногда оборачиваются провалом? Подобный вопрос не всегда связан с космическими полетами, он возникает и в других, тоже по-своему сложных, областях человеческой деятельности, например в сферах развития энергетики, инфраструктуры, транспорта и здравоохранения. В этой книге в контексте реализации сложных программ предпринята попытка дать ответ на этот вопрос.

Высадка людей на Луну и их безопасное возвращение обратно были частью масштабной программы, которая, в свою очередь, была встроена в национальную космическую программу США. Последняя программа была связана

с другими программами реализации национальных стратегий и приоритетов США во времена холодной войны. Космическая программа «Аполлон» включала множество независимых и очень сложных инженерных проектов, а также других мероприятий, которые касались исследований, образования, обороны и в конечном итоге коммерческой продукции. Перед руководителями и инженерами были поставлены важные и сложные задачи, а в процессе решения связанных с ними технических проблем появилась новая дисциплина, получившая название «системная инженерия». Объединение подходов, выработанных в сферах системной инженерии и управления программой, оказало критическое влияние на успех программы «Аполлон».

Однако успех программы «Аполлон» оказался скорее исключением, чем правилом. Последний человек, побывавший на Луне, Юджин Сернан (Gene Cernan), ступил на борт своего космического корабля и покинул поверхность спутника Земли 14 декабря 1972 года. С тех пор ни один из жителей Земли не только не побывал на Луне, но и не покидал низкую околоземную орбиту. На момент написания книги из двенадцати человек, высаживавшихся на Луне, только семеро остаются в живых, но все эти люди уже находятся в преклонном возрасте.

Со времени последнего полета людей на Луну прошло более сорока лет. Для достижения этого результата в США на государственном уровне были приложены огромные усилия. И вот теперь часто возникает ощущение, что сделать что-то важное и вдохновляющее больше никогда не получится. Тем не менее иногда это удается. Например, сегодня в США сравнительно небольшие компании не только демонстрируют успехи, о которых мы, кажется, давно забыли, но напряженно трудятся для достижения результатов, позволяющих существенно расширить имеющиеся возможности. Компания «Space Exploration Technologies Corporation», более известная как SpaceX, за сравнительно небольшой срок своего существования не только достигла серьезных и вдохновляющих успехов, но и сделала это гораздо лучше своих конкурентов – как государственных, так и частных. Похоже, что благодаря SpaceX началось возрождение космического сектора.

## 1.2. СМЕЛЫЕ ШАГИ ПО СЛЕДАМ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

Корпорация SpaceX была основана успешным предпринимателем Илоном Маском (Elon Musk). С необычной манерой вести дела, присущей этому человеку, пришлось столкнуться людям, занятым в самых различных областях деятельности: финансовой (PayPal), энергетической (SolarCity), транспортной (Tesla Motors) и, наконец, в сфере космических перевозок (SpaceX)<sup>1</sup>. По-

<sup>1</sup> **Илон Маск** – основатель, совладелец, генеральный директор и главный инженер компании SpaceX; сооснователь компании PayPal, специализирующейся на интернет-платежах; сооснователь и член совета директоров компании SolarCity, занятой созданием солнечных энергосистем; сооснователь и генеральный директор компании Tesla Motors, производящей электромобили. – *Прим. ред.*



следнюю компанию Илон Маск основал со следующей долгосрочной целью и мотивацией: дать человечеству возможность заселить различные планеты, начиная с Марса, причем в более короткие сроки, чем это могли бы сделать государственные космические агентства, часто нарушающие утвержденный график работ. Если судить по результатам, уже достигнутым компанией, указанная цель вполне достижима (Vance, 2015). Пожалуй, наиболее убедительным успехом SpaceX стало создание оборудования и систем обеспечения для запуска ракет-носителей. Но не менее важным результатом оказалась способность компании собирать команды из упомянутых «ракетных ученых» и так организовывать их совместную работу, что сложные системы создаются с необыкновенной быстротой и продуктивностью. Приведенный ниже пример наглядно демонстрирует, каким образом компания добивается этой цели (см. примечание 1 в конце главы).

Корпорация SpaceX с момента своего создания в 2002 году достигла бóльшего успеха, чем любой из ее конкурентов. Она выполнила более 30 успешных запусков ракет и получила сертификаты Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (NASA) и Военно-воздушных сил США. За 14 лет в SpaceX было разработано более 100 образцов основной продукции, прошедшей испытания. Среди них необходимо упомянуть пять ракетных двигателей (Merlin, Merlin Vacuum, Kestrel, Draco Thruster и Raptor), три ракеты-носителя (Falcon 1, Falcon 9 и Falcon 9, оборудованную элементами для повторного использования), два космических корабля (Dragon и Dragon 2), а также автономную посадочную платформу для повторного использования ракет. Кроме того, были созданы сопутствующие средства наземных испытаний, обеспечения запуска и выполнения полетных задач. На момент написания книги SpaceX заканчивает разработку Falcon 9 Heavy – самой мощной ракеты-носителя со времен ракеты Saturn V<sup>1</sup>, выведившей аппараты к Луне. Кроме того, компания продолжает работы по усовершенствованию многоразовой первой ступени носителя Falcon 9 и многоразового космического корабля Dragon 2.

По сравнению с конкурентами SpaceX тратит на разработки в несколько раз меньше времени при заметной экономии средств. На основании анализа исторических данных в NASA оценили потенциальные затраты на разработку различных космических систем. Прогноз показал, что NASA, используя свои традиционные подходы, потратит на разработку новой ракеты-носителя 4 млрд долларов США, а при использовании новых, коммерчески ориентированных подходов – около 1,7 млрд долларов США. При этом было подтверждено, что компания SpaceX затратила на разработку ракет-носителей Falcon 1 и Falcon 9 в общей сложности 390 млн долларов США (NASA, 2011). В компании – постав-

---

<sup>1</sup> 6 февраля 2018 года состоялся первый успешный запуск ракеты Falcon 9 Heavy. Еще два успешных запуска были произведены 11 апреля и 25 июня 2019 года. – *Прим. ред.*



щике пусковых услуг United Launch Alliance (ULA)<sup>1</sup> – конкуренте SpaceX – признали, что на разработку нового двигателя обычно уходит около 1 млрд долларов США, а новой ракеты-носителя – 2 млрд долларов США (Ray, 2015).

Снижение стоимости разработок напрямую повлияло на рынок услуг по запуску ракет. SpaceX – единственная компания, открыто публикующая информацию о коммерческой стоимости своих запусков. На сайте компании указано, что цена одного запуска составляет 62 млн долларов США. Стоимость такой же услуги у корпорации ULA, использующей ракету-носитель Atlas V, составляет приблизительно 164 млн долларов США (Ray, 2015). В течение многих лет своеобразным отраслевым эталонным показателем служила стоимость вывода одного килограмма полезной нагрузки на низкую околоземную орбиту. Она составляла 14 000 долларов США за килограмм груза. Постепенно, в том числе в результате конкуренции, эта цифра снизилась и оказалась в диапазоне от 10 000 до 13 000 долларов США за килограмм. Стоимость вывода одного килограмма полезной нагрузки на низкую околоземную орбиту ракетой-носителем Falcon 9 составляет сейчас около 4000 долларов США. При использовании ракеты Falcon Heavy, находящейся в стадии проектирования, эти затраты предполагается снизить до 2200 долларов США (Stackexchange, n.d.). В случае успешного возвращения всех первых ступеней стоимость вывода килограмма полезной нагрузки на околоземную орбиту должна составить примерно 1000 долларов США. Компания SpaceX диктует настолько низкие цены, что даже субсидируемые государством китайские разработчики ракет-носителей Long March (Великий поход) не могут конкурировать с ними (Vance, 2015). Кроме того, благодаря низкой стоимости запусков компания SpaceX имеет высокую маржинальную прибыль.

Интересно рассмотреть эффективность операционной деятельности компании SpaceX. Например, при запусках Falcon 9 в Центре управления работает команда, ответственная за пусковые операции. Эта команда состоит всего лишь из восьми человек. Для сравнения, в состав команды, ответственной за запуски космических шаттлов, входило около двухсот человек (NASA, 1995). Подобные различия в эффективности деятельности можно обнаружить и в целом ряде других областей.

Операционные показатели компании SpaceX не безупречны. Сбои возникали на разных стадиях: во время разработки систем, их испытаний и эксплуатации. С ракетой-носителем Falcon 1 произошли три аварии во время запусков, причем некоторые из них имели весьма тяжелые последствия. В частности, в июне 2015 года из-за дефектов кронштейна потерпел неудачу 19-й запуск

---

<sup>1</sup> United Launch Alliance (ULA) – совместное предприятие, принадлежащее компаниям «Боинг» и «Локхид Мартин». Сформировано в декабре 2006 года путем объединения подразделений этих компаний, отвечавших за запуски космических аппаратов по заказу правительства США. Услугами предприятия пользуются НАСА, Министерство обороны США и другие правительственные организации США. – *Прим. ред.*

ракеты Falcon. Поскольку кронштейн был покупным, предполагалось, что его испытания и сертификацию должен был провести поставщик. Однако эти работы не были проведены, и изделие разрушилось во время запуска. Запланированный на сентябрь 2016 года запуск ракеты Falcon 9 также не состоялся. Ракета-носитель и полезная нагрузка были утрачены во время отработки заправки на стартовой площадке. На момент написания книги причины этого инцидента не установлены. Предпусковые испытания неоднократно выявляли дефекты посадочных двигателей первой ступени Falcon 9. Только двадцатый запуск Falcon 9 завершился успешной посадкой возвращаемой первой ступени. Вслед за этим был выполнен ряд успешных стартов с посадками как на автономную морскую, так и на наземную платформы. Следует отметить, что успешная посадка первой ступени ракеты после орбитального запуска – уникальная операция. Единственной альтернативой этому сценарию является затопление первой ступени в океане. В этих обстоятельствах перечисленные выше попытки лучше всего рассматривать как недорогие сопутствующие эксперименты по разработке новых технологий и режимов работы, дополняющие основную миссию. В противном случае пришлось бы выполнять дорогостоящий самостоятельный эксперимент.

Практика использования действующих систем в качестве экспериментальных стендов для исследования и разработки продукции, а также отработки новых технологий – естественная составляющая процесса разработки в корпорации SpaceX. Наиболее впечатляющим результатом является то, что компания оказалась способна не только к освоению сложных и не прощающих ошибок технологий, но и обладает способностью к быстрому обучению. Причем SpaceX не только тратит мало времени на разработку новой продукции, но также быстро выявляет и устраняет неисправности. Например, успешный 20-й запуск был произведен спустя всего шесть месяцев после потери 19-й ракеты-носителя Falcon 9, при этом удалось успешно посадить возвращаемую первую ступень с разгонным блоком. Обычный для космического сектора срок возврата к полетам после аварии составляет два года и более.

За счет чего компании SpaceX удается добиваться успехов? Среди факторов, играющих важную роль, выделяются:

- **простота проектных решений.** Подход SpaceX к проектированию ракет базируется на убеждении, что простота является залогом как надежности, так и низкой стоимости. С самого начала проектирование носителей Falcon строилось на принципе взаимозаменяемости. В качестве топлива для обеих ступеней Falcon 9 используется керосин и сжиженный кислород, т. е. в обеих ступенях можно устанавливать одинаковые двигатели. Обе ступени имеют одинаковый диаметр и сделаны из одного и того же материала. В результате упрощаются производственные процессы и оснастка, что приводит к существенному сокращению затрат на производство. С самого начала проектирования Falcon 9 в центре внимания находилось создание надежной системы. Например, в первой ступени

ракеты вместо одного тяжелого двигателя используются девять двигателей сравнительно небольшого размера и одной и той же модели. Результатом этого решения стало повышение надежности системы, так как отказ одного из двигателей во время полета не критичен для всей миссии в целом. Кроме того, большое количество двигателей на одном носителе требует сравнительно больших объемов производства, вследствие чего происходит сравнительно быстрое накопление опыта и снижение финансовых затрат. Причем использование единственной модели двигателя, а не нескольких различных моделей, позволило снизить затраты на модернизацию. В результате предпринятых усилий удалось сократить номенклатуру используемых деталей, а также увеличить мощность двигателя и его эффективность. Серийная модель двигателя Merlin 1D для ракеты-носителя Falcon 9 обладает самой высокой удельной тягой среди всех когда-либо существовавших ракетных двигателей. Срок службы Merlin 1D измеряется несколькими десятками миссий (Chaikin, 2012);

- **совместное расположение подразделений.** Подразделения корпорации SpaceX, занятые разработкой, расположены в непосредственной близости друг к другу, а привлечение подрядчиков сведено к минимуму. При создании корпорации исходная предпосылка Илона Маска состояла в том, что для существенного сокращения стоимости запуска по сравнению с конкурентами необходимо обеспечить жесткий контроль большинства процессов жизненного цикла продукции, от получения сырья до выпуска готового изделия. Добиться этого удалось благодаря компактному расположению большинства служб: конструкторских бюро, испытательной инфраструктуры, служб управления полетом, а также производственных, логистических, управленческих и административных подразделений компании. Все эти подразделения сосредоточены в одном здании площадью почти 93 000 м<sup>2</sup> в Хоторне, штат Калифорния (см. рис. 1.1), где работает большая часть из примерно 4000 сотрудников компании. В здании открытая планировка этажей. Все сотрудники (от самого младшего стажера до генерального директора) располагаются в открытых кубиклах (open cubicles) – индивидуальных ячейках общего рабочего пространства, разделенных легкими перегородками, не достигающими до потолка. Исключение составляют сотрудники отделов, имеющих дело с конфиденциальными данными, например отдела кадров. За пределами этого здания выполняются только испытания двигателей и испытания больших конструкций. Для подобных работ предназначена отдельная территория в МакГрегоре, штат Техас. Компании SpaceX требуются также четыре стартовые площадки на юге США. Часть из них уже имеется, часть планируется к постройке. Все площадки связаны со штабом в Хоторне современными интернет-инструментами, обеспечивающими инженерам виртуальное присутствие при испытаниях и пусках. Такое расположение подразделений сильно упрощает взаимодействие

и координацию и вносит существенный вклад в высокие достижения компании;



**Рис. 1.1** ❖ Здание SpaceX в Хоторне, штат Калифорния, США. Здесь работают сотрудники, выполняющие практически все работы, начиная от проектирования и заканчивая запуском

- **вертикальная интеграция.** Еще на этапе становления в компании SpaceX обнаружили, что отраслевые подрядчики и поставщики привыкли к сложившимся на протяжении многих лет практикам, прежде всего к затягиванию сроков и к завышенным ценам. Оказалось, что в этих условиях разработать или произвести что-то нужное своими силами часто бывает дешевле и быстрее, чем закупать у поставщиков. Кроме того, при таком подходе удастся сохранять и накапливать опыт внутри компании и, как следствие, быстрее реагировать на изменения и постоянно совершенствоваться. SpaceX закупает исходное сырье и самостоятельно разрабатывает, производит, собирает и испытывает все двигатели, ракеты и космические корабли. Вспомогательные системы, например оборудование наземного обеспечения и станции дистанционного сопровождения, также находятся в ведении SpaceX. Большая часть компонентов названных систем тоже производится компанией самостоятельно. Среди них и составные части, которые в отрасли обычно закупает у поставщиков, а именно: куполообразные днища топливных баков, топливные баки ступеней, бортовые управляющие компьютеры, регуляторы работы

двигателя, аккумуляторы, основные и рулевые двигатели, насосы для подачи топлива, клапаны, датчики астрориентации, лидары, радиостанции, сосуды высокого давления из композитных материалов и множество других компонентов меньшего размера. Вертикальная интеграция позволяет SpaceX наладить эффективную и активную деятельность по разработке, испытаниям и комплексированию<sup>1</sup> продукции;

- **встраивание действий по обеспечению гарантий безопасности во все типовые операции.** В своей работе SpaceX опирается на развитую систему оптимизации и проверки решений, функционирующую на всех этапах разработки, производства и подготовки ракеты к пуску. Поскольку испытания являются ключевым элементом обеспечения надежности и успеха запусков, в корпорации сформирована уникальная, самая передовая и современная IT-инфраструктура для поддержки цикла «проектирование – испытания – производство – сборка готовой продукции». Эта инфраструктура обеспечивает быстроту получения результатов испытаний, их воспроизводимость и полноту. Вдобавок она позволяет поддерживать относительно невысокую стоимость испытаний на всех этапах жизненного цикла от прототипирования до проектирования, а также на этапах квалификационных, производственных, предполетных и летных испытаний. В центре внимания компании находится обеспечение качества и высоких характеристик продукции, в основе чего лежит высокоэффективная оптимизация решений как на уровне систем, так и на уровне портфеля проектов. Оптимизация производится путем поиска компромиссных решений на уровне системы в целом, включая массогабаритные, орбитальные и летные характеристики. Для того чтобы испытать все компоненты, подсистемы и системы, такие элементы должны быть многократными. Это также относится к двигателю (существует возможность его повторного запуска) и к устройству отделения ступеней. Компания SpaceX назначает сотрудников, несущих персональную ответственность за определенные аспекты разработки и комплексирования на протяжении полного жизненного цикла системы и миссии в целом. Сотрудник, занимающий весьма почетную должность «ответственный инженер», несет полную «горизонтальную» ответственность за своевременные проектирование, испытания, приемку, производство и комплексирование, а также за обеспечение характеристик компонента на протяжении его жизненного цикла. Помимо этого, «ответственный инженер» должен координировать действия всех сотрудников и подразделений, связанных с вверенным ему компонентом. Существуют и «вертикальные» интеграторы, ответственные за комплексирование элементов в подсистемы и подсистем в систему. Вице-президенты отвечают за

<sup>1</sup> См. термин «комплексирование» в Словаре терминов, добавленном при переводе. – Прим. ред.



разработку и обеспечение характеристик основных подсистем (двигательных установок, несущих конструкций, авионики и т. д.). Менеджеры полезной нагрузки гарантируют совместимость ракеты-носителя и полезной нагрузки. Менеджеры миссии отвечают за жизненный цикл миссии. Каждый из исполнителей упомянутых ролей своевременно и эффективно координирует свои действия с нужными заинтересованными сторонами, документирует их решения и соглашения, с использованием предназначенного для этого программного обеспечения. В целом указанные отдельные сотрудники формируют тщательно проработанную матрицу распределения ответственности<sup>1</sup> и действий, направленных на обеспечение успешности миссии;

- **культура.** Возможно, наиболее важным из всех факторов успеха компании SpaceX является корпоративная культура. В компании приветствуется высокий уровень командной работы, взаимовыручка, а также координация и общение в духе открытия новых горизонтов. Сотрудников мотивируют постоянно искать новые, лучшие решения. Перевод на высшие должности происходит только на основе опыта и достижений сотрудника. Отбор сотрудников на младшие должности проводится с учетом их компетенций, но при принятии решений не последнюю роль играют наличие необычных интересов, страсть к делу, «искра в глазах». Особое внимание уделяется информационным технологиям, которые рассматриваются как критически важное средство для успешного выполнения всего комплекса задач, а также как весьма эффективный инструмент для обеспечения эффективности коммуникаций, улучшения координации и ускорения согласований.

Безусловно, компания SpaceX – не единственная инновационная компания, работающая в сфере космических технологий и воплощающая в жизнь идею освоения человеком космического пространства. Существует несколько стартапов, достигших успехов в различных областях. Тем не менее SpaceX служит отличным примером того, как правильный подход приводит к впечатляющим результатам. В конечном счете значительная часть успехов компании обусловлена новым способом организации совместной работы сотрудников. Можно утверждать, что компания SpaceX стала здесь пионером, по крайней мере в секторе космической индустрии. Этот новый способ работы включает практики управления и практики инженерного труда, стратегию производства продукции, организационные процессы и инструменты, а также лидерский климат, стимулирующий ответственность, внедрение инноваций, постоянное обучение и высокую производительность. Пожалуй, подобный подход можно считать хорошим возвращением к опыту, который складывался на этапе становления

---

<sup>1</sup> Матрица распределения ответственности (Responsibility Assignment Matrix) – одна из разновидностей матричных диаграмм. Представляет собой таблицу, в которой показаны ресурсы проекта, назначенные для каждого пакета работ, например связи между пакетами работ и членами команды проекта. – *Прим. ред.*

космической индустрии. История компании SpaceX – это больше, чем пример оживления в одном из секторов промышленности. Она показывает, что хорошо организованные команды специалистов с разнообразными профессиональными навыками способны успешно отвечать на серьезные вызовы и в конечном счете делать невероятное обычным явлением. В этой книге показано, что подобная организация дела возможна не только в компании SpaceX, но и во многих других компаниях. Мы утверждаем, что указанный подход пригоден в самых разных ситуациях, где совместная, скоординированная работа представителей управленческих и инженерно-технических дисциплин позволяет добиться выгод, необходимых потребителям и другим заинтересованным сторонам.

### 1.3. РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ ТРЕБУЕТ НАДЛЕЖАЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ

Деятельность руководителей программ и системных инженеров направлена, как это на примере компании SpaceX было показано в разделе 1.2, на реализацию определенной стратегии. В результате осуществления этой стратегии достигаются выгоды, воплощаемые как в материальной (например, финансирование или доля рынка), так и в нематериальной (например, новые знания) форме. Руководители программ и системные инженеры возглавляют команды специалистов, которые преобразуют стратегию (то есть видение или идею) в продукцию, услуги или возможности предприятия. Они добиваются этого на основе сотрудничества, использования профессиональных навыков, а также благодаря хорошей организации труда. Результаты работы указанных специалистов приносят реальную пользу клиентам предприятия, сотрудникам и другим заинтересованным сторонам. В *«Руководстве по управлению инженерными программами на основе принципов бережливости»* (Oehmen, 2012) приводятся серьезные доводы в пользу того, почему инженерные программы жизненно важны как для общества, так и для реализации стратегии, принятой организацией:

Крупномасштабная инженерная программа представляет собой одно из самых трудных и рискованных, и – при условии успешной реализации – полезных и выгодных дел, за которые может взяться компания или правительство. Результаты успешной реализации инженерной программы позволяют не только расширить границы возможного, но задать для него новые пределы. Такие программы приносят уникальные, новаторские возможности, технологии, продукцию, системы и позволяют добиться большой социальной пользы: от гибридных автомобилей до полета на Луну, от сетей автомобильных дорог до глобальной спутниковой навигации, от электричества, полученного без выбросов углерода, до «умных» городов (р. 3).

Существует мнение, что благодаря одной лишь разработке подходящей стратегии можно добиться любых необходимых результатов. Этот вывод оспа-



ривает аналитическое подразделение Economist Group (EIU)<sup>1</sup>. В своем докладе «Почему хорошие стратегии дают плохой результат: уроки для первых лиц компаний» EIU указывает (EIU, 2013) на настоятельную необходимость укрепления связей между разработкой стратегии и ее претворением в жизнь. Претворение стратегии в жизнь представляет собой совместные организационные усилия, направленные на осуществление стратегии путем инвестиций в правильные инициативы, направленные на получение желаемых деловых выгод. В докладе отмечается, что результаты исследований, проведенных EIU, показывают, что организационные лидеры признают существование критически важного разрыва между тем, чего они хотят добиться, и способностью их организации к достижению желаемого результата.

Основным фактором, определяющим возможности организаций по реализации стратегии и демонстрации превосходного результата, являются профессиональные способности руководителей программ и главных системных инженеров. Приведем несколько примеров, подтверждающих это утверждение:

- Большой Бостонский тоннель (Big Dig), который обеспечил беспрепятственное движение между Бостоном, Кембриджем и другими городами штата Массачусетс и, после введения в эксплуатацию, создал новые возможности для экономического развития;
- Олимпийские игры 2012 года, спонсором которых выступило правительство Великобритании, а подготовка к играм способствовала созданию новых конкурентоспособных площадок для развития экономической деятельности после проведения олимпиады;
- Airbus A380 и Boeing 787 Dreamliner. Авиалайнеры, обладающие большой дальностью полета и высокой топливной эффективностью.

Известно и множество других историй успеха, которые, однако, не привлекли к себе столько внимания или известны в относительно узких кругах специалистов.

Трудности встречаются при реализации любых инженерных программ, как неудачных, так и вполне успешных. Первоначально планировалось, что затраты на строительство Большого Бостонского тоннеля составят около 1,4 млрд долларов США. Сегодняшняя оценка показывает, что связанные со строительством долги не будут полностью оплачены до 2038 года, а после их погашения общие затраты составят примерно 24 млрд долларов США, что на 22,6 млрд больше первоначально запланированной проектной суммы (Hofherr, 2015). Организационному комитету Олимпийских игр в Лондоне пришлось столкнуться с перерасходом средств на строительство отдельных олимпийских объектов. Чтобы справиться с возникшими трудностями, оргкомитет получил

<sup>1</sup> The Economist Group – британская международная мультимедийная компания со штаб-квартирой в Лондоне, основанная в 1843 году. Наиболее известна как издатель еженедельного журнала The Economist. К сфере интересов The Economist Group относятся информация о международном бизнесе и международных отношениях, а также анализ рынка. – *Прим. ред.*

дополнительную финансовую поддержку от правительства Великобритании, но эти средства окупались не полностью (Kortekaas, 2012). При создании самолетов Airbus A380 и Boeing 787 авиастроительным компаниям пришлось существенно переработать различные компоненты новых авиалайнеров. Это привело к существенным дополнительным расходам как самих корпораций, так и их клиентов (Botelho, 2015; Flottau, 2015; Hamlin, 2015). Таким образом, несмотря на то что некоторые программы приводят к появлению жизненно важных результатов, путь к их достижению нередко оказывается очень тяжелым.

В результатах исследования, опубликованных в 2016 году в издании PMI *Pulse of the Profession*<sup>®</sup> (PMI, 2016), отмечается, что на каждый миллиард долларов США, инвестированных в стратегические инициативы, приходится 122 млн долларов потерь, обусловленных низкой эффективностью деятельности. Кроме того, многие из подобных стратегических инициатив сталкиваются с проблемой достижения заявленных целей и коммерческих результатов, а также с проблемами соблюдения установленных бюджетных ограничений и расписания работ. Для подтверждения сказанного можно привести следующие данные. Только в 2009 году Министерство обороны США при реализации 96 крупнейших инженерных программ допустило перерасход, превысивший 300 млрд долларов США, причем отставание от утвержденного расписания работ составило в среднем более двух лет (GAO, 2009). По оценкам Национального ревизионного управления Великобритании в 2014 году в результате неудовлетворительного исполнения программ под угрозой оказались инвестиции на сумму минимум 122 млрд фунта стерлингов.

Справедливости ради следует отметить, что значительная часть из реализуемых сегодня инженерных программ нацелена на достижение прорывных результатов. Степень новизны, уровень технического риска и сложность этих начинаний невозможно переоценить. Благодаря Airbus и Boeing мечта о дальнемагистральном самолете с высокой топливной эффективностью стала реальностью. После постройки Большого Бостонского туннеля время в пути существенно сократилось, в городе появились новые экономические возможности, причем ежедневный маятниковый поток, составляющий многие тысячи людей и транспортных средств, не пострадал. Именно поэтому Международный совет по системной инженерии в своем обзоре «*Мир в движении: какой будет системная инженерия в 2025 году*» (INCOSE, 2014) специально выделяет вопрос о сложности и рассматривает фактор сложности в качестве основного вызова для системных инженеров, а также главного стимула для формирования новых навыков управления. При этом финансовые, социальные и политические трудности, связанные с достижением прорывных результатов, все чаще привлекают внимание различных заинтересованных сторон: как внутри, так и вне организаций, ответственных за программы.

Несмотря на то что проблемы, возникающие при исполнении программ, хорошо известны, до сих пор одной из основополагающих трудностей остается формирование понимания необходимости изменений в организациях, а также

воли к инвестициям в улучшение способности организаций к реализации инженерных программ. Многие руководители высшего звена не рассматривают решение подобных вопросов в качестве стратегических задач, соответственно, действия по их решению не получают должной поддержки со стороны высшего руководства.

Для развития способностей компании к реализации инженерных программ необходимо, чтобы высшие руководители начали осознавать связь между инженерными программами и стратегией организации. Чтобы подчеркнуть наличие этой связи, нужны наглядные примеры того, как инвестирование в укрепление этих способностей помогает экономить миллионы долларов, которые могут понадобиться для компенсации потерь от рисков, обусловленных неудовлетворительной работой. Для достижения подобных целей требуется особая организационная культура, которая увязывает управление кадровым потенциалом со стратегией и наряду с инвестициями в развитие компетенций сотрудников предполагает также вложения в системы обеспечения, инфраструктуру и налаживание процессов.

## **1.4. Грамотный персонал + Организационные способности = Конкурентные преимущества**

Требования к глубине и детальности знаний персонала, предъявляемые современными организациями, постоянно растут. Это, в свою очередь, порождает тенденцию к углублению и поощрению специализации. С другой стороны, по мере углубления специализации растет риск возникновения барьеров между отдельными группами сотрудников и обособления этих групп. При этом у каждой подобной группы могут появиться свои цели, инструменты и даже свой уникальный язык. Управление программами и системная инженерия появились в одном и том же историческом и профессиональном контексте: холодная война, гонка вооружений, полет на Луну – и развивались во многом схожим образом. Обе эти дисциплины обладают отличительными признаками сложившейся сферы профессиональной деятельности, включая наличие:

- уникального свода знаний, который документально закреплен, но постоянно обновляется для отражения передового опыта;
- действующей системы повышения квалификации, позволяющей оценить способность претендентов применять свои знания и опыт для успешного использования инструментов, методов, приемов и практик в процессе решения поставленных перед ними задач;
- действующей системы повышения профессиональной квалификации, позволяющей представителям обеих дисциплин поддерживать и развивать профессиональные навыки и обмениваться знаниями;

- академических, промышленных и государственных исследовательских центров, обеспечивающих информационную поддержку и развитие практик, компетенций и возможностей;
- сообщества единомышленников, с которыми можно общаться и обмениваться информацией.

Несмотря на наличие общих корней и схожесть путей к достижению высокого профессионального уровня, траектории развития названных дисциплин несколько отличались друг от друга. Наибольший интерес к управлению программами был продемонстрирован коммерческими организациями, тогда как особое внимание к системной инженерии проявилось в государственном секторе. По мере официального закрепления и отражения в документах ролей, обязанностей и полномочий руководителя программы стали расти возможности для карьерного роста сотрудников, занимающих эту должность. В свою очередь, процессы и процедуры управления программой развивались под влиянием различных факторов: в соответствии с законодательными требованиями, уникальными потребностями отдельных программ и в результате развития практического опыта. В случае реализации инженерных программ должность руководителя программы обычно занята с момента ее запуска, тогда как должность главного системного инженера может оставаться вакантной до тех пор, пока не будут определены основные требования к результатам программы. Сегодня эти различия, возникшие в ходе эволюции дисциплин, оказывают влияние на способность этих двух дисциплин к налаживанию эффективного сотрудничества и к успешному согласованию методов работы. Это критически важный фактор. Для преодоления противоречий организациям необходимо развивать культуру производственных отношений, которая позволит наладить сотрудничество между отдельными специалистами и их группами.

Возможная конкуренция между дисциплинами – это не единственное препятствие на пути налаживания сотрудничества. Еще одной преградой для успешного управления инженерными программами и их исполнения являются организационные системы или их отсутствие. Зачастую сбои в программах объясняются и несогласованностью практик. В отчете объединения Professional Services Council, названном «*От кризиса к возможностям: новая эра эффективности, инноваций и производительности в правительстве*» (Professional Services Council, 2013), говорится:

...на эффективность процесса приобретения услуг часто влияет слабая согласованность нормативных актов (Положение о федеральных закупках и различные дополнения к нему) и постоянно растущий свод нормативных документов исполнительной и законодательной власти. В некоторых случаях эти руководящие нормы неэффективны и/или конфликтуют между собой. Зачастую они не согласуются с реальной стратегией, и в целом их бывает чрезвычайно трудно последовательно соблюдать, даже в рамках одного государственного учреждения.

В условиях программы решающее значение для интеграции усилий, направленных на достижение результатов, имеют результативные практики. В целом инженерные программы требуют надлежащего планирования с тщательным выбором подходов, активного управления рисками, вовлечения заинтересованных сторон и использования других подобных инструментов. На этот факт прямо указывается в упомянутом выше отчете объединения Professional Services Council:

Вызывает беспокойство, что в эпоху, когда в качестве критического фактора успеха передовых коммерческих организаций все чаще признается «коллаборация», т. е. способность к эффективной организации совместной деятельности, работа в этом направлении в государственных организациях имеет тенденцию к сокращению. В частности, Счетная палата США в своих исследованиях неоднократно указывает на эту тенденцию как на фактор, негативно влияющий на ход правительственных программ и вызывающий их дублирование и разобщенность. Отсутствие связи между стратегией, человеческим капиталом, миссией, технологиями и сообществами, ответственными за закупки, удается преодолеть лишь частично и только на уровне руководителей высшего звена, тогда как на уровне операционного управления преодоление этих разрывов практически не происходит. Результатом подобного узковедомственного подхода является разобщенность сотрудников, приводящая к тому, что в рамках одного и того же агентства неотложные задачи и непосредственные цели часто не увязываются с главной задачей и запланированным итоговым результатом.

Хотя в упомянутом отчете и говорится об успехах частного сектора в налаживании сотрудничества, новое, проведенное в рамках работы над данной книгой, исследование показало, что это не совсем так. Наши результаты говорят о том, что трудности в области интеграции и налаживания сотрудничества, с которыми сталкиваются как государственные, так и частные организации, схожи между собой (Conforto, Rossi, Rebentisch, Oehmen, & Pacenza, 2013).

Организационным лидерам, системным инженерам и руководителям программ приходится ежедневно отвечать на подобные вызовы. В данной книге предпринята попытка описать некоторые важные и полезные уроки, извлеченные из опыта указанных специалистов, в надежде на то, что их усилия по поиску подходов, дающих лучшие результаты, будут поддержаны.

## 1.5. Лучи надежды

Описанную ситуацию не следует считать безысходной, и для такого вывода имеется две причины. Во-первых, в книге приведены примеры успешных инженерных программ, а также ключевых элементов интеграции, которые сыграли важную роль в достижении этого успеха. В качестве примера можно указать программу Prairie Waters, описанную в разделе 3.2. При реализации

этой программы был взят на вооружение высокоинтегрированный, основанный на групповой координации подход, предусматривающий объединение усилий различных участников программы из различных правительственных учреждений, а также подрядчиков и субподрядчиков. Кроме того, в книге описаны некоторые из новаторских инициатив, которые в ходе реализации программы строительства Большого Бостонского тоннеля позволили наладить тесное сотрудничество между специалистами различного профиля, результатом которого стало появление новых передовых практик. Во-вторых, опыт неудач имеет исключительно важное значение для повышения эффективности инженерных программ. В книге приводятся примеры из практики NASA, иллюстрирующие изменения, которые претерпело это Агентство при переходе к состоянию более тесного сотрудничества и интеграции внутри корпорации.

## 1.6. НА ПУТИ К НОВОМУ МЫШЛЕНИЮ

В центре внимания авторов книги – поиск новых путей. Причем основное внимание уделено подходам, направленным на обеспечение более тесного и плодотворного сотрудничества между руководителями программ и системными инженерами. В каждой из упомянутых предметных областей было по отдельности подготовлено множество опубликованных материалов, посвященных вопросам повышения эффективности деятельности. В то же время доступных сведений по тематике согласования усилий и налаживания плодотворного сотрудничества системных инженеров и руководителей программ известно очень мало. Авторы книги пытаются помочь в ликвидации этого пробела путем:

- выявления способов согласования усилий персонала, которыми специалисты, занятые в реальных инженерных программах, пользуются для достижения планируемых результатов. В книге с учетом опыта работы *междисциплинарных рабочих групп* сделаны обобщающие выводы, которые могут быть полезны и для системных инженеров, и для руководителей программ, сталкивающихся со схожими задачами. Приведенные в тексте конкретные примеры не ограничиваются управлением программой и системной инженерией, однако во всех случаях приводятся практические рекомендации, обсуждаемые в контексте управления инженерными программами;
- выявления и привлечения внимания к факторам, способствующим поддержке инженерных программ. Для оказания помощи руководителям программ, системным инженерам и высшему руководству в книге представлены результаты новых исследований и описана Платформа интеграции. Эти сведения могут помочь активизации совместных усилий, формированию единого подхода, а также выработке общего языка. Подобное рассмотрение позволяет получить более глубокое представление как о факторах, способствующих налаживанию сотрудничества, так



и о факторах, препятствующих применению интегрированных подходов. Хотя некоторые из приведенных в книге примеров хорошо известны как инженерам, так и руководителям программ, они рассматриваются авторами через призму налаживания междисциплинарного взаимодействия, что может помочь появлению новых идей и представлений. Навязывание конкретных методов интеграции системной инженерии и управления программой не является целью данной книги;

- активизации дальнейших исследований, направленных на улучшение понимания динамики формирования междисциплинарного сотрудничества. Учитывая недостаточность материалов – результатов научных исследований, практических примеров, статей и т. д., отражающих междисциплинарные проблемы, возникающие между группами, которые совместно выполняют крупномасштабные программы, – авторы книги попытались восполнить этот пробел, а также стимулировать дальнейшие исследования в этом важном направлении.

Таким образом, данная книга представляет собой сплав предварительных доказательств и свидетельств ценности и необходимости интеграции управления программой и системной инженерии, причем не только для практики этих дисциплин, но в конечном счете и для бенефициаров программы. Авторы книги выражают надежду, что представленный в ней материал будет в краткосрочной перспективе полезен практикующим специалистам, а также даст толчок как продолжению исследований в этом важном направлении, так и публикации вновь полученных результатов.

Для понимания материала необходима четко определенная терминология. С учетом этого следует указать, какое содержание вкладывается в термины «программа» и «проект» в контексте данной книги. Известно, что у этих терминов множество значений. В некоторых случаях их используют как синонимы. PMI дает следующее определение термина «программа»: «Программа – ряд связанных друг с другом проектов, подпрограмм и операций программы, управление которыми координируется для достижения выгод, которые были бы недоступны при управлении ими по отдельности» (PMI, 2015). Термин «проект» в определении PMI означает «временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата» (PMI, 2015). В контексте данной книги «программа» понимается как программа в описанном выше смысле, включая входящие в ее состав проекты, результаты которых необходимы для выполнения программы и достижения ее целевых показателей.

Кроме того, для определения ключевых ролей в книге используются следующие термины:

- *руководитель программы*. Должностная позиция. Лицо, занимающее эту должность, обладает наивысшими полномочиями и ответственностью за реализацию программы в целом;
- *главный системный инженер*. Должностная позиция. Лицо, занимающее эту должность, обладает наивысшими техническими полномочиями



и ответственностью за продукцию или систему, создаваемые в рамках программы. Термин «главный системный инженер» специально введен в этой книге с учетом результатов проведенных исследований;

- *руководитель проекта*. Должностная позиция. Лицо, занимающее эту должность, обладает высшими полномочиями и ответственностью за результаты проекта.

Руководители программы и главные системные инженеры возглавляют и объединяют усилия на уровне программы. Руководители проекта и системные инженеры обеспечивают получение результатов, предусмотренных программой для конкретного проекта. Некоторые из приведенных в книге примеров относятся к уровню проекта, однако они либо применимы к программе, либо демонстрируют влияние, проявляющееся на уровне программы.

В первой части книги демонстрируется, что интеграция и сотрудничество имеют решающее значение для координации сложной работы, которая в конечном итоге способствует реализации стратегий или миссий организации. Важно понять организационную динамику и вызовы, задающие рамки междисциплинарной интеграции и сотрудничества, которые будут более подробно рассмотрены в последующих главах книги.

## 1.7. РЕЗЮМЕ

Реализация инженерных программ сопряжена с трудностями, но организационные лидеры, руководители программ и системные инженеры могут предпринять определенные меры, направленные на преодоление этих трудностей. К ключевым факторам, способствующим успеху подобных мер, следует отнести понимание тесной связи между программами и стратегией предприятия, поддержку лидеров программы, а также обеспечение согласованности действий и налаживание сотрудничества в команде программы. Компании, подобные SpaceX, применяют творческий подход и используют эти ключевые инструменты для решения сложных задач, возникающих в ходе реализации инженерных программ. В этой книге приведен ряд соображений и идей, которые способны помочь в получении выгод от использования этих инструментов.

## 1.8. Вопросы для обсуждения

1. Какие механизмы применялись в программах, где вы участвовали, для формирования у членов команды чувства «коллективного сознания»? Были ли эти механизмы формально описаны и организованы заранее в каком-либо виде? Были ли они разработаны членами команды самостоятельно на неформальной основе? Наблюдали ли вы различия при использовании формальных и неформальных механизмов для создания команды?

2. Приведите пример программы, которая, по вашему мнению, была тесно связана со стратегией, и пример программы, которая не была связана со стратегией. Если возможно, определите различия между этими программами с точки зрения участия в них высших руководителей. Если возможно, поясните, в чем состоят различия между программами.
3. Как на вашем предприятии организовано управление кадровым потенциалом и его развитием? Способствует или препятствует эта практика управлению налаживанию сотрудничества системных инженеров и руководителей программ? Какие улучшения или изменения нужно, по вашему мнению, реализовать для стимулирования интеграции системной инженерии и управления программой?

## 1.9. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Botelho, G. (2015, May 5). *FAA finds Boeing Dreamliner could lose all power, issues maintenance mandate*. Retrieved from [www.cnn.com/2015/05/02/us/boeing-787-dreamliner-faa-directive/](http://www.cnn.com/2015/05/02/us/boeing-787-dreamliner-faa-directive/).

Chaikin, A. (2012). *Is SpaceX changing the rocket equation?* Smithsonian January 2012. Retrieved from [www.airspacemag.com/space/is-spacex-changing-the-rocket-equation-132285884/](http://www.airspacemag.com/space/is-spacex-changing-the-rocket-equation-132285884/).

Conforto, E. C., Rossi, M., Rebentisch, E., Oehmen, J., & Pacenza, M. (2013). *Survey report: Improving integration of program management and systems engineering*. Presented at the 23rd INCOSE Annual International Symposium, Philadelphia. Retrieved from [www.pmi.org/~media/PDF/Business-Solutions/Lean-Enablers/PMI-INCOSE-MIT-Integration-Study.ashx](http://www.pmi.org/~media/PDF/Business-Solutions/Lean-Enablers/PMI-INCOSE-MIT-Integration-Study.ashx).

Economist Intelligence Unit (EIU). (2013). *Why good strategies fail: Lessons for the c-suite*. Retrieved from [www.pmi.org/~media/PDF/Publications/WhyGoodStrategies-Fail\\_Report\\_EIU\\_PMI.ashx](http://www.pmi.org/~media/PDF/Publications/WhyGoodStrategies-Fail_Report_EIU_PMI.ashx).

Flottau, J. (2015, October 29). *Report card: Airbus A380 after eight years in service*. Aviationweek. Retrieved from <http://aviationweek.com/airbus-a380/report-card-airbus-a380-after-eight-years-service>.

Government Accountability Office (GAO). (2009). *Defense acquisitions: Assessments of selected weapon programs*. Washington, D. C. Retrieved from [www.gao.gov/new.items/d09326sp.pdf](http://www.gao.gov/new.items/d09326sp.pdf).

Hamlin, G.W. (2015, February 9). *Viewpoint: An Airbus A380neo makes no sense*. Aviationweek. Retrieved from <http://aviationweek.com/advanced-machines-aerospace-manufacturing/viewpoint-airbus-a380neo-makes-no-sense>.

Hofherr, J. (2015, January 5). *Can we talk rationally about the Big Dig yet?* Retrieved from [www.boston.com/cars/news-and-reviews/2015/01/05/can-talk-rationally-about-the-big-dig-yet/OBPodDnlbNtsTEPFfc4i10/story.html](http://www.boston.com/cars/news-and-reviews/2015/01/05/can-talk-rationally-about-the-big-dig-yet/OBPodDnlbNtsTEPFfc4i10/story.html).

- International Council on Systems Engineering (INCOSE). (2014). A world in motion: Systems engineering vision 2025. Retrieved from [www.incose.org/AboutSE/sevision](http://www.incose.org/AboutSE/sevision).
- Kortekaas, V. (2012, August 19). Project management: Lessons can be learned from successful delivery. *Financial Times*. Retrieved from [www.ft.com/cms/s/0/57d92e9c-d7df-11e1-9980-00144feabdc0.html#axzz4C8vX47N9](http://www.ft.com/cms/s/0/57d92e9c-d7df-11e1-9980-00144feabdc0.html#axzz4C8vX47N9).
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (1995). The space shuttle launch team. Retrieved from <http://science.ksc.nasa.gov/shuttle/countdown/launch-team.html>.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2011). Commercial market assessment for crew and cargo systems. Retrieved from [www.nasa.gov/sites/default/files/files/Section403\(b\)CommercialMarketAssessmentReportFinal.pdf](http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/Section403(b)CommercialMarketAssessmentReportFinal.pdf).
- Oehmen, J. (Ed.). (2012). The guide to lean enablers for managing engineering programs, version 1.0. Cambridge, MA: Joint MIT-PMI-INCOSE Community of Practice on Lean in Program Management. URI: <http://hdl.handle.net/1721.1/70495>.
- Professional Services Council. (2013). From crisis to opportunity: Creating a new era of government efficiency, innovation and performance. Retrieved from [https://issuu.com/professionalservicescouncil/docs/2013\\_psc\\_commission\\_report](https://issuu.com/professionalservicescouncil/docs/2013_psc_commission_report).
- Project Management Institute (PMI). (2015). The PMI lexicon of project management terms (version 3.0). Newtown Square, PA: Author.
- Project Management Institute (PMI). (2016). Pulse of the Profession®: The high cost of low performance: How will you improve business results? Retrieved from [www.pmi.org/learning/pulse.aspx](http://www.pmi.org/learning/pulse.aspx).
- Ray, J. (2015, April 13). ULA unveils its future with the Vulcan rocketfamily. *Spaceflightnow*. Retrieved from <http://spaceflightnow.com/2015/04/13/ula-unveils-its-future-with-the-vulcan-rocketfamily/>.
- Stackexchange. (n.d.). Retrieved from <http://space.stackexchange.com/questions/1989/what-is-the-current-cost-per-pound-to-send-something-into-leo>.
- Vance, A. (2015, May 14). Elon Musk's space dream almost killed Tesla. *Bloomberg Business*. Retrieved from [www.bloomberg.com/graphics/2015-elon-musk-spacex/](http://www.bloomberg.com/graphics/2015-elon-musk-spacex/).

## ПРИМЕЧАНИЕ

1. Материал предоставлен Богданом Оппенхаймом (Bohdan Oppenheim), профессором системной инженерии Loyola Marymount University.