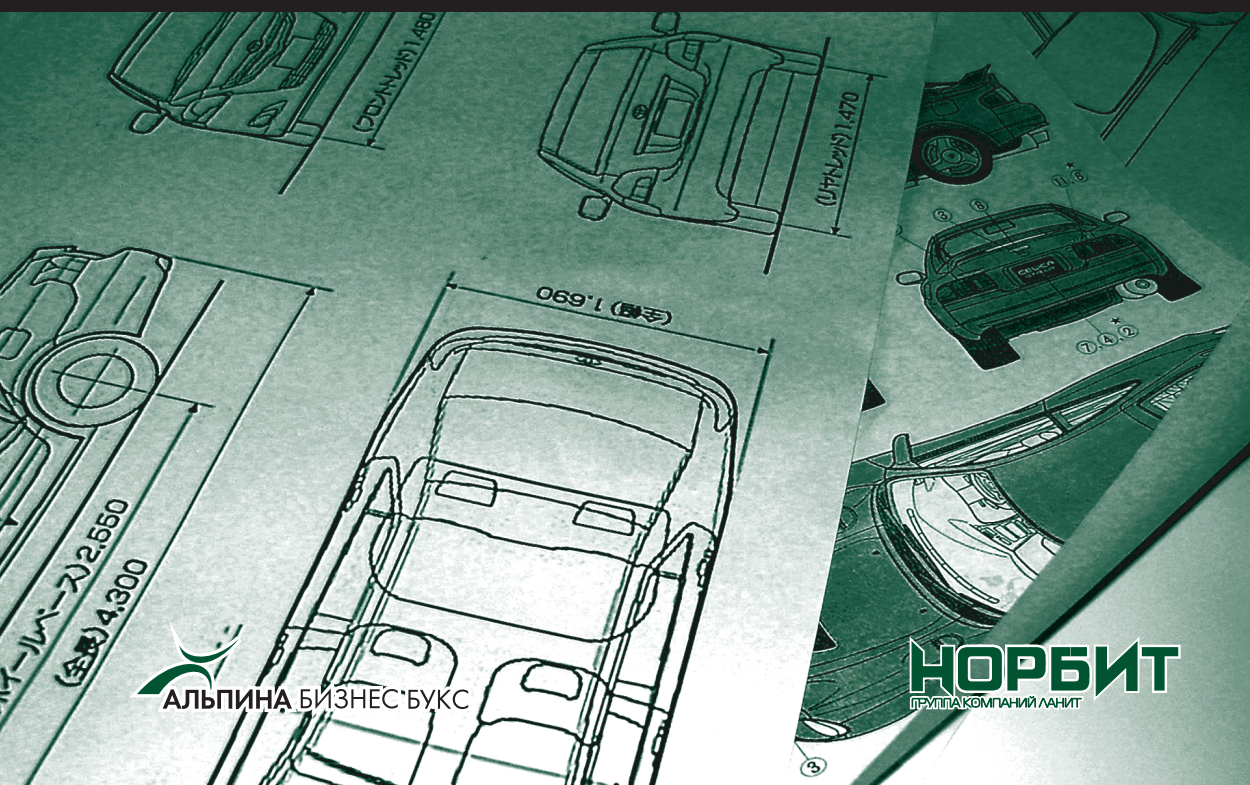


модели менеджмента ведущих корпораций

Джеффри Лайкер и Джеймс Морган

# СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ В **ТОЙОТА**

ЛЮДИ, ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИЯ



АЛЬПИНА БИЗНЕС-БУКС

**НОРБИТ**  
ГРУППА КОМПАНИЙ ЛАНИТ

# **THE TOYOTA**

## **Product Development System**

Integrating People, Process, and Technology

**James M. Morgan**  
and  
**Jeffry K. Liker**

*Productivity*  *Press*  
New York

Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»

# Система разработки продукции в **TOYOTA**

Люди, процессы, технология

**Джеффри Лайкер**  
**Джеймс Морган**

Перевод с английского



Москва  
2007

УДК 65.011; 629.33  
ББК 65.291.21; 39.33  
Л18

Издано при содействии компании «Норбит»

Редакция выражает благодарность Андрею Кирилловичу Ступину, заместителю генерального директора по качеству ЗАО «Форд Мотор Компани» за помощь в подготовке книги.

### Лайкер Дж.

Л18 Система разработки продукции в Toyota: Люди, процессы, технология / Джеффри Лайкер, Джеймс Морган; Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. — 440 с. — (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»).

ISBN 978-5-9614-0571-2

Производственная система Toyota (бережливое производство) — непревзойденная технология снижения издержек на производстве. Однако успех Toyota определяется не только совершенством производства, но и великолепно отлаженной системой разработки новых продуктов. Благодаря этой системе Toyota может создавать больше новых моделей и делать это быстрее, чем любая другая автомобильная компания.

Книга впервые расскажет о том, как функционирует система разработки продукции на Toyota. Подробно освещаются такие методы, как система главных инженеров, параллельное проектирование на базе альтернатив, правильный старт процесса разработки, выровненный процессный поток, жесткая стандартизация конструкции, процесса и профессиональных навыков разработчиков и т. д.

Книга ориентирована на руководителей и инженеров, а также студентов и преподавателей экономических и технических вузов.

УДК 65.011; 629.33

ББК 65.291.21; 39.33

*Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.*

© Productivity Press, a division of The Kraus Organization Limited, 2006

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина Бизнес Букс», 2007  
Перевод издан по лицензии Productivity Press

ISBN 978-5-9614-0571-2 (рус.)  
ISBN 1-56327-282-2 (англ.)



# Содержание

Бережливая система разработки продукции: предсказуемые результаты в непредсказуемых условиях .....	15
Предисловие Джима Вумека.....	23
Благодарности.....	25
Предисловие авторов .....	27

## Раздел I Введение

<i>Глава 1. Революция в разработке новой продукции.....</i>	<i>33</i>
Новый рубеж конкурентной борьбы: система разработки продукции.....	35
Совершенство разработок — важнейшая составляющая потенциала компании .....	38
Бережливая система разработки продукции: объединить усилия функциональных подразделений и поставщиков .....	39
Почему именно Toyota? .....	40
Учиться у Toyota.....	42
 <i>Глава 2. Модель бережливой системы разработки продукции .....</i>	 <i>45</i>
Социотехническая система .....	45
Подсистема «Процесс»: принципы 1–4 LPDS .....	47
Принцип 1: Определить, в чем ценность продукта для потребителя, чтобы отличать добавление ценности от потерь.....	49
Принцип 2: Обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты .....	49
Принцип 3: Обеспечить выровненный поток процесса разработки продукции.....	50
Принцип 4: Применять жесткую стандартизацию, чтобы снизить вариацию, повысить гибкость и обеспечить предсказуемость результатов .....	50
Подсистема «Люди»: принципы 5–10 LPDS .....	51
Принцип 5: Развивать систему главных инженеров для интеграции всего процесса разработки .....	51
Принцип 6: Создать организационную структуру, которая позволяет сочетать функциональную компетентность и межфункциональную интеграцию .....	52

## Содержание

Принцип 7: Повышать уровень технических знаний и навыков всех инженеров .....	52
Принцип 8: Сделать поставщиков составной частью системы разработки продукции.....	53
Принцип 9: Создать систему обучения и непрерывного совершенствования .....	53
Принцип 10: Сформировать культуру постоянного стремления к совершенству .....	53
Подсистема «Инструменты и технология»: принципы 11–13 LPDS.....	53
Принцип 11: Адаптировать технологию к потребностям людей и процесса.....	54
Принцип 12: Координировать работу организации с помощью простых средств визуальной коммуникации .....	54
Принцип 13: Использовать эффективные инструменты стандартизации и организационного обучения.....	55

## Раздел II Подсистема «Процесс»

<b>Глава 3. Определить, в чем ценность продукта для потребителя, чтобы отличать добавление ценности от потерь .....</b>	<b>59</b>
Процесс определения ценности с точки зрения потребителя в North American Car Company .....	60
Процесс определения ценности с точки зрения потребителя в Toyota .....	61
Руководство проектом: роль главного инженера.....	62
Этапы создания ценности для потребителя.....	62
Конкретная ситуация: Команда разработчиков кузова Lexus уменьшает допустимый предел погрешности вдвое.....	65
Почему этот принцип стал первым? .....	69
 <b>Глава 4. Обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты .....</b>	 <b>71</b>
Правильный старт как фабрика идей: разработка разных продуктов на основе единой платформы .....	73
Производные модели на основе существующих платформ .....	74
Долгосрочное технологическое планирование .....	76
Правильный старт при реализации отдельных проектов: внешний вид автомобиля и техническая осуществимость.....	79
Параллельное проектирование на базе альтернатив .....	79
Применение кенто к разработке кузова и каркаса Toyota .....	84

## Содержание

Пример того, как стандартизация производственных операций обеспечивает быстрое решение проблем .....	86
Унифицированная компоновка и использование единых комплектующих .....	88
Анализ базовых целей создания автомобиля и принятие решений .....	88
Технология производства в Toyota: обязанности инженера по параллельному проектированию .....	89
Инженеры по параллельному проектированию должны обеспечить достижение плановых показателей по инвестициям и переменным издержкам .....	91
Мидзен боси и посещение производственных предприятий .....	92
Обмен информацией со специалистами функциональных групп .....	92
Инженер по параллельному проектированию представляет план .....	93
Использование средств автоматизированного проектирования .....	93
Раннее решение проблем на этапе кенто: конкретная ситуация .....	94
Кодзокейкакү (K4) — соединить части в единое целое .....	98
Правильный человек, правильная работа, правильный момент .....	98

### **Глава 5. Обеспечить выровненный поток процесса**

<b>разработки продукции.....</b>	<b>101</b>
Потенциал потока .....	101
Разработка продукции как процесс .....	102
Составление карт потока создания ценности .....	103
Семь видов потерь в процессе разработки продукции .....	106
Три типа потерь реально существуют .....	109
Факторы, способствующие и препятствующие потоку: подход теории очередей .....	111
Выровненный поток вместо неразберихи: кенто и поток .....	116
Роль логики процесса .....	117
Выравнивание объема работ, планирование цикла и распределение ресурсов .....	118
Использование общих платформ .....	119
Скользкий график запуска в производство .....	120
Завершение разработки продукции .....	120
Синхронизация работы внутри и между функциональными подразделениями .....	121
Примеры межфункциональной синхронизации .....	122
Обеспечение гибкости .....	123
Детальные (фундоси) графики как средство борьбы с неравномерностью .....	125
Детальные (фундоси) графики работы функциональных подразделений .....	126
Скользкий график выпуска документации для обеспечения потока между функциональными подразделениями .....	127

## Содержание

Обеспечение потока процесса при несерийном производстве.....	128
Определение ритма проектно-конструкторских работ и сокращение времени управленческого цикла .....	129
Использование дзидока и пока-ёкэ для поддержания потока разработки продукции.....	130
Вытягивание информации в системе разработки продукции.....	132
Объединение операций в единый поток.....	133
 <b>Глава 6. Применять жесткую стандартизацию, чтобы снизить вариацию, повысить гибкость и обеспечить предсказуемость результатов .....</b>	 137
Три вида стандартизации .....	138
Стандартизация конструкции и контрольные листки .....	139
Стандартизация процесса.....	143
Стандартизированный процесс организации производства в Toyota .....	145
Разработка штампов в Toyota.....	145
Разработка технологического процесса и фиксаторов.....	146
Производство инструмента и штампов в Toyota .....	147
Типовые сроки производства штампов и инструментов.....	147
Станочная обработка штампов в Toyota.....	148
Сборка штампов в Toyota.....	149
Разработка технологии сборки автомобиля в Toyota.....	150
Стандартизация профессиональных знаний и навыков .....	151
Заключение.....	153

## Раздел III Подсистема «Люди»

<b>Глава 7. Развивать систему главных инженеров для интеграции всего процесса разработки .....</b>	 157
Культурная составляющая системы главных инженеров .....	158
История двух главных инженеров проекта: Lexus и Prius .....	161
Lexus: главный инженер, который не идет на компромиссы .....	162
Prius: новый главный инженер и новый подход к разработкам при создании автомобиля XXI века .....	166
Главный инженер — лидер .....	172
Руководство разработкой продукции в NAC: от главного инженера к бюрократу.....	175
Организация групповой работы в Chrysler .....	177
Система главных инженеров Toyota: избегать компромиссов, порождающих бюрократию.....	178

## Содержание

<b>Глава 8. Создать организационную структуру, которая позволяет сочетать функциональную компетентность и межфункциональную интеграцию .....</b>	<b>181</b>
Какая структура лучше?.....	181
Недостатки продуктовой структуры .....	182
Достоинства и недостатки матричной структуры при управлении процессом разработки продукции .....	184
Матричная организация Toyota: давняя традиция сочетания двух структур .....	185
Реорганизация матричной структуры Toyota .....	188
Структура проектных команд Chrysler: сравнение с центрами разработки автомобилей .....	191
Параллельное проектирование: обея .....	196
Параллельное проектирование: команды разработки модулей и главные инженеры по организации производства .....	198
Команды разработки модулей: кузов и организация производства .....	199
Организационная структура как развивающееся явление .....	204
 <b>Глава 9. Повышать уровень технических знаний и навыков всех инженеров .....</b>	 <b>207</b>
Наем, развитие и сохранение персонала .....	208
Процесс подбора и найма персонала в NAC .....	209
Процесс отбора и найма в отделе разработки продукции NAC .....	210
Процесс найма в отделе организации производства NAC .....	210
Обучение и развитие в NAC .....	211
Развитие людей в Toyota .....	213
Наем в Toyota .....	213
Обучение и развитие в Toyota .....	214
Обучение и развитие в отделе разработки кузова .....	215
Обучение и развитие в отделе организации производства .....	216
Генти генбуцу в процессе разработки .....	218
Демонтаж продукции конкурентов .....	219
Сборка опытного образца .....	219
Ежедневные совещания на сборочном участке .....	220
Система бережливой разработки продукции должна обеспечивать развитие людей .....	221
 <b>Глава 10. Сделать поставщиков составной частью системы разработки продукции .....</b>	 <b>223</b>
Деталь — не деталь, а поставщик — не поставщик .....	224
Сила кейрецу .....	227

## Содержание

Равны ли поставщики между собой?.....	227
Отбор и развитие поставщиков до уровня партнера в Toyota: пример поставщика автопокрышек из США.....	231
Партнерские отношения с поставщиками: кому это выгодно? .....	235
Поставщики работают в тесном контакте с компанией-заказчиком: взаимовыгодные долгосрочные отношения .....	235
Цена — это не все .....	237
Упустить заказ .....	238
Развитие отношений .....	238
Система инженеров по приглашению .....	239
Состав группы поставщиков.....	240
Стратегия аутсорсинга .....	240
Совершенствование важнейших технологий .....	241
Освоение новых направлений: гибридный двигатель и средства автоматизированного управления .....	242
Привлечение аутсорсеров для изготовления аккумуляторных батарей .....	242
Изменить корпоративные принципы, чтобы сохранить внутренний потенциал.....	243
Использование кейрецу для сохранения внутреннего потенциала .....	244
Использование крупных поставщиков в составе кейрецу для производства модулей.....	244
Обращаться с поставщиками корректно и разумно .....	245
 <b>Глава 11. Создать систему обучения</b>	
<b>и непрерывного совершенствования .....</b>	<b>251</b>
Что такое знание и организационное обучение .....	251
Передача явного и неявного знания .....	253
Система обучения разработке продукции в Toyota .....	254
Обучение на собственном опыте .....	256
Хансей в Toyota.....	257
Идзивару — испытания в Toyota.....	259
Потенциал проблем.....	259
Решение проблем на месте .....	261
Перекрестный контроль.....	262
Ежедневные совещания по подведению итогов работы за день .....	262
Цена невежества .....	262
Ускорить обучение, сократив продолжительность цикла.....	263

## Содержание

<b>Глава 12. Сформировать культуру постоянного стремления к совершенству .....</b>	<b>265</b>
Как культура может помешать бережливой разработке продукции .....	265
Инструмент не решает проблему .....	269
Приносить пользу потребителям и обществу .....	270
Высокий профессионализм и непревзойденное качество разработок — интегральная часть культуры .....	271
Дисциплина и трудовая этика .....	273
Кайдзен изо дня в день .....	276
Прежде всего потребитель .....	277
Стремление учиться, заложенное на генетическом уровне .....	278
Ответственность и обязательства .....	279
Организационное единство .....	280
Управление снизу вверх, сверху вниз и по горизонтали: принцип хоренсо .....	281
Правильный процесс дает правильные результаты .....	283
Культура поддерживает процесс .....	284
Культура держится на лидерах .....	287

## Раздел IV

### Подсистема «Инструменты и технологии»

<b>Глава 13. Адаптировать технологию к потребностям людей и процесса .....</b>	<b>291</b>
Пять основных принципов отбора инструментов и технологий .....	291
Технология бережливой разработки продукции .....	293
Автоматизированное проектирование в Toyota .....	294
Технология проектирования в Toyota .....	295
Виртуальное производство и цифровая визуализация в NAC .....	296
Виртуальная сборка в Toyota .....	297
Анализ методом конечных элементов в NAC и в Toyota .....	299
Инструменты, используемые при разработке технологий и изготовлении оборудования .....	300
Контрольные листки и инструменты стандартизации в Toyota и NAC .....	301
Создание трехмерных твердотельных моделей при разработке штампов в NAC и в Toyota .....	301
Изготовление моделей в NAC и ускоренное изготовление моделей в Toyota .....	303
Станочная обработка штампов в Toyota и в NAC .....	303
Прессы для отладки штампов в NAC и в Toyota .....	305
Сборка без подгонки в NAC и функциональная сборка в Toyota .....	306



## Содержание

Бесконтактные объемные измерения .....	308
Освоить технологию, чтобы облегчить процесс .....	309

<b>Глава 14. Координировать работу организации с помощью простых средств визуальной коммуникации .....</b>	<b>313</b>
Концептуальный проект главного инженера как объединяющее начало .....	314
Межфункциональное взаимодействие посредством обая .....	316
Инструменты координации .....	318
Немаваси в Toyota .....	319
Система ринги в Toyota .....	320
Хосин-планирование в Toyota .....	321
Отчет формата А3 как инструмент решения задач .....	324
Коммуникация и координация в Toyota .....	332

<b>Глава 15. Использовать эффективные инструменты для стандартизации и организационного обучения .....</b>	<b>335</b>
Как обучается ваша организация .....	335
База знаний в NAC: поток создания ценности при разработке кузова .....	336
База данных по ноу-хау в Toyota .....	337
Инструменты оценки альтернативных решений и обмена информацией .....	340
Кривые компромиссных характеристик .....	340
Матрицы решений .....	342
Отчеты по бенчмаркингу конкурентов в NAC .....	343
Демонтаж автомобилей конкурентов в Toyota и аналитические таблицы .....	344
Инструменты стандартизации в Toyota: контрольные листки, матрицы качества, сендзу, стандартизированные карты процесса .....	346
Роль стандартизации и инструментов обучения .....	350

## Раздел V

### Создать целостную систему бережливой разработки продукции

<b>Глава 16. Целостная система: собираем по частям .....</b>	<b>355</b>
Интеграция подсистем: люди, процесс, инструменты и технология .....	357
Определение ценности: создавать ценность с точки зрения потребителя .....	357
Поток создания ценности: устранение потерь и вариации .....	358
Устранить или изолировать вариацию .....	360
Гибкое регулирование производительности .....	361
Обеспечение вытягивания и потока .....	362
Обеспечить эффективное производство .....	364
Совершенство: сделать обучение и непрерывное совершенствование интегральной частью процесса .....	365
Межфункциональная интеграция .....	365

## Содержание

<b>Глава 17. Устранение потерь в потоке создания ценности при разработке продукции</b> .....	369
Составление карт потока создания ценности при разработке продукции (PDVSM) .....	371
Особенности составления карт потока создания ценности при разработке продукции и на производстве .....	372
Отличия процесса разработки, важные для составления карт процесса разработки продукции .....	373
Данные носят виртуальный характер .....	374
Более длительные сроки .....	378
Работа со знанием .....	380
Сложный информационный поток .....	385
Большие группы специалистов разного профиля .....	387
Практические семинары по PDVSM .....	387
Учитесь видеть разработку продукции как процесс .....	391
 <b>Глава 18. Преобразование культуры: суть бережливой разработки продукции</b> .....	393
Воспитать внутреннего агента перемен .....	395
Приобретайте нужные знания .....	396
Выявлять управляемые потоки работ, чтобы воспринимать разработку продукции как процесс .....	396
Механизмы интеграции (обeya/проверки проекта) .....	398
Роль линейной структуры .....	398
Начните с потребителя .....	399
Осмыслите текущее состояние процесса бережливой разработки продукции .....	400
Подлинное преобразование культуры .....	403
Люди — ядро системы бережливой разработки продукции .....	407
Дорожная карта перехода к бережливой разработке продукции .....	408
Лидерство, обучение и непрерывное совершенствование как интегральная часть процесса .....	413
 <b>Приложение. Составление карты потока создания ценности в процессе разработки продукции в компании PeopleFlo Manufacturing Inc</b> .....	415
<b>Библиография</b> .....	421
<b>Об авторах</b> .....	427
<b>Предметный указатель</b> .....	429



# **Бережливая система разработки продукции: предсказуемые результаты в непредсказуемых условиях**

Переход к бережливой разработке продукции — это прыжок в океан совершенствования. Это рискованно. Это бодрит. Путь назад отрезан.

*Из последнего абзаца этой книги*

Любая продукция или услуга рождается, живет и умирает, сменяясь новой. Ее жизненный цикл может несколько варьировать в зависимости от присущих ей конкретных особенностей. Но типичная последовательность обычно выглядит так: маркетинг (исследование рынка), исследования и разработки, подготовка производства (организация закупок сырья и комплектующих, компоновка, пуск и наладка оборудования, запуск и отработка технологии), собственно производство, испытания и контроль готовой продукции, поставка продукции и оказание услуг, монтаж у потребителя (если надо), послепродажное обслуживание, ремонт, утилизация продукции, выработавшей свой ресурс (с учетом требований охраны окружающей среды). Затем цикл повторяется уже на новом уровне, на новом витке спирали. И так раз за разом.

Из этой цепочки лишь иногда можно исключить отдельные этапы, кроме, конечно, этапа производства, — квинтэссенции процесса создания продукта. Может быть, именно поэтому мы так долго «зацикливались» на бережливом производстве, в принципах которого, кажется, нам удалось разобраться. Не секрет, что успех бизнеса в итоге определяется всеми этапами жизненного цикла, каждым из них, их совокупностью и их взаимодействием, создающим систему. Более того, по некоторым оценкам, вклад производства в общий успех инновации составляет 15%, а остальные 85% обеспечиваются другими этапами, причем стадия исследований и разработок едва ли не основная среди них. И вот, наконец, нашлись люди — авторы этой книги, — которые взяли на себя нелегкий труд объяснить нам, как именно устроен бережливый

этап жизненного цикла, связанный с проектированием нового поколения сложной продукции. Они воспользовались для этого примером компании Toyota, лучше которого трудно что-либо найти.

Казалось бы, все просто. Распространите известные принципы бережливого производства на процесс проектирования и получите искомый результат. Ан, нет! На этом пути оказалось множество трудно преодолимых преград. В их основе лежит неопределенность, свойственная процессу проектирования в гораздо большей степени, чем процессу производства. А неопределенность всегда порождает вариабельность. Кроме того, в проектировании гораздо труднее вывести эффективные и легко измеримые показатели.

Так что же обнаружили наши исследователи? Первое, что их поразило, это то странное обстоятельство, что разработкой и проектированием занимаются люди, от знаний, навыков, умений и взаимодействия которых решающим образом зависит результат работы. В этом словесном пассаже нет ни иронии, ни сарказма. В истории человечества есть периоды, когда человек сам по себе «отсутствует» в культуре. Таким было, например, Средневековье. В эпоху Возрождения было сделано потрясающее открытие. Оказывается, именно человек есть «мера всех вещей». Заметили, наконец. Но и в более поздние времена человека не раз пытались низвести до «винтика» в руках «мудрых» руководителей. Общества управляемых «винтиков» принято называть технократическими. В них любая проблема, стоящая перед социумом, рассматривается прежде всего как инженерно-техническая задача.

Именно с таких позиций западный мир, да и мы тоже, хоть и с большим опозданием, пытались несколько десятилетий воспроизвести японский опыт, в частности опыт компании Toyota. Итог известен, и он не утешителен. Пожалуй, только автомобильный завод NUMMI, построенный в Калифорнии компанией General Motors совместно со все той же компанией Toyota, может похвастаться показателями на уровне 0,7–0,8 от Toyota. Но разве на Западе или у нас плохие инженеры? Кто же тогда впервые послал человека в космос и ступил на поверхность Луны? Видимо, дело в технической подготовке. Что значит внедрить канбан с инженерной точки зрения? Надо рационально расставить станки, напечатать карточки канбан и обучить персонал, не так ли? Все так, только эта штука почему-то не работает.

Теперь мы, пожалуй, знаем, почему она не работает. Не авторы этой книги первыми поняли, что современное общество — это не технократическая система. Она скорее социотехническая. Но авторы обратили наше внимание на это обстоятельство. И оно меняет все. Получается, что человек — главное звено в цепи, обеспечивающей работу бережливого предприятия. Отсюда простой вывод: человеку надо создать человеческие условия, то есть видеть в нем личность, а не «рабочую силу», не бояться вкладывать

средства в его развитие, думать о его будущем. И тогда станет понятно, что интеллектуальный капитал также немаловажен для бизнеса с точки зрения конкурентоспособности — сейчас и в долговременной перспективе.

На этой основе можно строить дальше. Наукоемкое производство в условиях конкурентной среды предполагает длительное сотрудничество большого числа самых разных специалистов. Поэтому нужна организационная форма, соответствующая решаемым задачам. И такая форма известна с середины прошлого века. За нее активно ратовал Питер Друкер, называвший ее матричной структурой организации.

Матричная структура предполагает, что у работника должно быть два начальника. Один — в функциональном подразделении, где трудится этот работник, а другой — в проекте, занимающемся решением конкретных задач временного характера. Теоретически такая система прекрасна. Но, как всегда, все дело портят люди. Когда они оказываются в положении «слуг двух господ», то, конечно, подобно Фигаро, пытаются извлечь из этого выгоды для себя. (Как несовершенна человеческая природа!) На Западе это часто ведет к конфликтам. А вот в компании Toyota придумали должность главного инженера проекта. Смешно, но у него практически нет никаких полномочий, формально люди, которыми он призван руководить, ему не подчиняются. Зато у него есть огромный авторитет, добытый благодаря знаниям и опыту, безоговорочная поддержка высшего руководства и выдающиеся лидерские качества, выработанные за годы упорной работы в компании. И этого оказывается достаточно, чтобы избегать конфликтов, заложенных в систему. Матричная структура оказывается жизнеспособной. Конечно, должность «главный инженер» издавна существует в отечественных компаниях. Но почувствуйте разницу!

Главный инженер вовсе не требует от сотрудников подчинения. Более того, он понимает, что работа над проектом имеет переменную интенсивность. Поэтому в разные моменты ему нужно разное число людей. Благодаря такому маневрированию, вполне в духе бережливости, в каждый момент задействуется только то количество людей и того уровня подготовки, какие требуются проекту. Иногда даже привлекаются сотрудники сторонних организаций, например представители поставщиков. Впрочем, отношения с поставщиками — это отдельная тема. Чего стоит один только максималистский принцип: «сделать поставщика частью компании».

Основная функция главного инженера — быть в компании проводником по возможности не искаженных представлений о ценности, которую хотел бы получить потребитель. Конечно, служба маркетинга держит руку на пульсе, пытаясь отследить современные потребительские предпочтения на рынке. Ясно, что главный инженер находится в постоянном контакте с этой

службой. Но сам он выступает авторитетным носителем этих ценностей. Благодаря этому ему удается поставить желания рынка над внутренними противоречиями между структурными подразделениями или командами проектов. Этому весьма способствует неукоснительное следование идее цепочек внутренних поставщиков и потребителей. Для внутреннего поставщика требование внутреннего потребителя — это категорический приказ. Следование такой идее существенно упрощает отношения между проектировщиками и дизайнерами или между конструкторами и цеховыми технологами.

Попытка рассмотреть проектирование как технологический процесс сначала воспринимается как бред. Это же творчество! Разве можно его упрятать в упорядоченный процесс? А почему, собственно, нет? Когда мы смотрим балет, то видим людей, выполняющих комбинации ограниченного числа движений, — па. Разве это мешает проявлению творчества? Да и это предисловие написано с помощью всего 33 букв русского алфавита и нескольких простых правил составления текста. Кто скажет, что это не творческая работа?

Важное открытие состоит в том, что только после стандартизации некоторых элементов и возникает сама возможность творчества. Именно этим и руководствуется компания Toyota при проектировании новой машины. Она формализует процесс проектирования, но так, чтобы не разрушить возможность творчества. Эта возможность заключается в поиске решений, которые в новых условиях максимально учитывают предыдущий опыт и помогают достичь гармонии целого — с учетом не только этого конкретного автомобиля, но и всей «гаммы», всего семейства новых машин. Мне кажется, что здесь напрашивается аналогия с известной японской забавой — игрой в судоку, популярной теперь и в нашей стране. Смысл слова «судоку» можно передать выражением «нужная цифра на нужном месте». Правила игры очень просты. Квадрат размером  $9 \times 9$  разделен на девять меньших квадратов. Некоторые клетки уже заполнены цифрами. Надо найти единственно правильные цифры для пустых клеток таким образом, чтобы в каждом малом квадрате, в каждой строке и каждом столбце большого квадрата стояли девять различных цифр. Таким образом, задача состоит в том, чтобы найти гармонию между тремя «противоречивыми» условиями.

Какой бы трудной ни была позиция в такой игре, решить головоломку неизмеримо проще, чем, скажем, создать ее. Так и Toyota выбирает параметры деталей, начиная не с произвольного значения, а исходя из рамок стандартизованного процесса. Этот подход позволяет убить одновременно «множество зайцев». Сразу видно, что таким образом создается основа для обучения «на рабочем месте». Кроме того, разрабатывается формат базы данных, аккумуля-



лирующих накопленный опыт. Одновременно появляется информация к размышлению — обратная связь, позволяющая увидеть возможные ошибки любого типа, подготовить почву для дальнейшего совершенствования не только навыков проектировщиков, но и самого стандарта. Как тут не вспомнить уже обрусевшее японское слово «кайдзен» — непрерывное совершенствование и цикл Шухарта–Деминга «планируй — делай — проверяй (изучай) — воздействуй»!

Таким образом, из сказанного следует, что процесс саморефлексии, самопознания — важный этап работы. Осмысливая сделанное, мы учимся обобщать, сравнивать, извлекать уроки. Организация, в которой понимают и придают значение механизмам самоанализа, называется обучающейся. И компания Toyota в полной мере заслуживает такого названия. Здесь принято говорить, что проектирование — «это предприятие, выполняющее заказы на обработку знаний». Мы знаем, что капитализация Toyota существенно превышает совокупную капитализацию трех следующих за ней в мировом рейтинге автомобильных компаний. Систематическое накопление знаний — одна из главных причин этого феномена.

Теперь уже не так страшно приступать к описанию процесса создания ценности для потребителя в проектировании. Кроме упоминавшихся выше неопределенностей и трудностей с измерениями, есть и иные отличия проектирования от производства. Если в производстве большинство операций выполняется последовательно, то в проектировании, напротив, распространены параллельные действия. Это создает проблемы синхронизации и координации. На помощь приходят принцип «точно вовремя» и идея выравнивания потока. В сочетании со стандартизацией они повышают предсказуемость не только сроков, но и результатов.

Тем не менее вариабельность процесса проектирования неизбежна. Более того, на начальных этапах работы она даже желанна, поскольку продиктована стремлением сравнить как можно больше вариантов, чтобы при выборе не упустить что-то важное. Но по мере продвижения работы волна вариабельности должна спадать. Так постепенно предопределяются решения, реализуемые в проекте. Благодаря этому удастся избежать или по крайней мере минимизировать потери от переделок на поздних этапах разработки. Дело в том, что чем раньше ошибка обнаружена, тем дешевле обойдется ее исправление. Еще много лет назад британский кибернетик С. Бир вывел правило увеличения затрат на исправление ошибок на порядок при переходе к каждой следующей стадии работы.

Авторы рассматривают проектирование с трех позиций: 1) люди, 2) процессы, 3) инструменты и технологии. Люди, как они полагают, — главное, но начинать надо с процесса.

Удержимся от соблазна прокомментировать эти принципы, чтобы не лишить читателя удовольствия от чтения книги. Рассмотрим лучше то, чего в этой книге нет. Прежде всего бросается в глаза недостаточное внимание к экономической стороне дела. Между тем развитая в Toyota концепция «таргет костинг» (target costing) проливает дополнительный свет на содержание книги. «Таргет костинг» предполагает, что до начала проектирования определяется целевая себестоимость разработки. При ее оценке учитывается возможная рыночная ниша и конкурентная цена. Это вынуждает разработчиков действовать в жестких денежных рамках, что делает их весьма изобретательными и позволяет все время контролировать немаловажные денежные аспекты разработки. Известен случай, когда одна из ведущих европейских автомобильных компаний разработала новую конструкцию зеркала заднего вида, состоящую из 18 деталей. Изучив этот прецедент, Toyota создала пионерную конструкцию всего из четырех деталей. Конечно, такая конструкция оказалась существенно дешевле и вовсе не хуже существующей. Скорее всего, авторы не касались этой темы, считая себя недостаточно компетентными в этой области.

Если про процессы и про людей авторы рассказывают подробно и убедительно, то инструментам уделено гораздо меньше внимания. Видимо, это связано с необозримостью темы и с трудностями при получении информации об этом аспекте. У японцев инструменты и методы слиты с процессами, и их вычленение — не всегда простая задача. Тем не менее трудно объяснить отсутствие в книге таких инструментов, как QFD (структурирование функций качества), методы Тагути, или «семь систем по семь инструментов», самый известный из которых — «семь простых методов статистического контроля качества».

Структурирование функций качества необходимо для того, чтобы связать ожидания потребителей и инженерную разработку автомобиля и создать основу для параллельного проектирования, или, как его иногда называют, параллельной инженерной разработки. Известно, что Toyota была первой автомобильной компанией в мире, внедрившей в свой процесс проектирования этот важный инструмент еще в середине 70-х годов прошлого века. На протяжении долгого времени это давало компании устойчивое конкурентное преимущество.

Методы Тагути предназначены, в частности, для оптимизации параметров разрабатываемой машины, которые устойчивы (робастны) к вариациям условий эксплуатации. Они включают функцию потерь по Тагути, робастное конструирование и робастное проектирование. Причем методы Тагути органически совместимы с параллельной инженерной разработкой.

Компания Toyota использует эти методы с начала 50-х годов прошлого века. Они вносят весомый вклад в ее конкурентоспособность.

Наборы этих инструментов широко используются в компании Toyota, например для организации процесса планирования, играющего, как отмечают и авторы, ключевую роль в проектировании. В книге приведен девиз компании Toyota: «Тщательно планируй, точно выполняй!»

Сколько бы мы ни находили в этой книге слабых мест и пробелов, все равно факт остается фактом: такой обстоятельной, систематичной и убедительной книги о процессе проектирования в Toyota у нас еще не издавалось. И очень важно, что она наконец появилась. Кому же книга адресована? На этот раз круг потенциальных читателей очень широк. Прежде всего, конечно, это конструкторы, проектировщики, разработчики, исследователи в наукоемких отраслях, занятых созданием продукции в условиях конкурентной среды.

Но и это еще не все. Прибавим тех, кто интересуется бережливым производством, поскольку они, прочтя эту книгу, смогут глубже понять связь между проектированием и производством.

Книга не оставит равнодушными специалистов по организационным структурам, ибо она необходима для понимания того, как действуют и как должны действовать матричные организационные структуры.

Заинтересует она и специалистов по «человеческим ресурсам», сотрудников служб персонала и всех, кто занят обучением, особенно на рабочем месте.

Не забудем специалистов по менеджменту качества, да и по общему менеджменту. Они имеют шанс восполнить пробел, связанный с системами качества проектных организаций и соответствующих подразделений больших компаний. До сих пор в этом вопросе нет полной ясности, и опыт компании Toyota весьма кстати.

Осталось добавить к армии потенциальных читателей еще преподавателей, студентов и аспирантов всех перечисленных специальностей.

А если вы думаете, что с этой книгой закончится наконец длинный ряд публикаций по бережливому мышлению и его приложениям, то вернитесь, пожалуйста, к первому абзацу предисловия и посмотрите, сколько еще этапов жизненного цикла остались не рассмотренными.

Ю. Адлер  
Москва,  
июль, 2007



## Предисловие Джима Вумека

Пятнадцать лет назад Дэн Джонс, Дэн Рус и я в книге «Машина, которая изменила мир»<sup>\*</sup> писали, что Toyota создала новую систему разработки продукции. (Работа над книгой велась параллельно с исследованиями Кима Кларка в Гарвардской школе бизнеса и Така Фудзимото в Токийском университете.) Приведенные нами цифры свидетельствовали, что Toyota может очень быстро разрабатывать продукты и выполнять проектно-конструкторские работы. Производство обходится Toyota недорого, а число дефектов, выявляемых потребителями, крайне мало. (Неудивительно, что цены на автомобили Toyota выше, чем на другие машины того же класса.) Система разработки продукции на Toyota стабильно обеспечивает большее добавление ценности при меньших затратах времени и усилий, а именно в этом заключается сущность бережливого подхода.

Хотя мы пытались показать, как работает эта система, включающая продуманное управление проектами, хорошо подготовленных лидеров команд, интенсивную горизонтальную коммуникацию между подразделениями и параллельное проектирование, — нельзя сказать, что мы имели о ней детальное представление. Что ни говори, мы были всего лишь учеными, а не инженерами-разработчиками, и наш доступ к нюансам работы Toyota был все-таки ограничен. Мы могли лишь измерять различия в результатах и размышлять об их причинах.

Как ни странно, изменения произошли совсем недавно. Все знали, что система Toyota великолепна, но никто не мог подробно описать, как она работает. Поэтому попытки подражать Toyota редко приводили к хорошим результатам.

Книга, которую вы держите в руках, наконец-то расскажет вам, как работает система разработки на Toyota. Весь комплекс методов Toyota — система главных инженеров, параллельное проектирование на базе альтернатив, правильный старт процесса разработки, выровненный процессный поток, жесткая стандартизация конструкции, процесса и профессиональных навы-

---

<sup>\*</sup> Джеймс Вумек, Дэниел Джонс, Дэниел Рус. Машина, которая изменила мир. — Минск: Поппури, 2007. — *Прим. пер.*

ков разработчиков и т.д. — освещается самым подробным образом наряду с философией, на которую опираются эти методы. Одним словом, *у организаций, занимающихся разработкой продукции, больше не будет оправданий, если их попытки взять на вооружение опыт Toyota потерпят неудачу.*

Как удалось совершить подобный прорыв? Джим Морган — опытный инженер, который занимался разработками в сфере автомобилестроения на протяжении двадцати лет. Морган ведет и научную работу: не так давно ему была присвоена степень доктора философии в Мичиганском университете. Там он начал сотрудничать с профессором Джеффом Лайкером, автором знаменитой книги «Дао Toyota»\*. К счастью, при проведении исследования им был открыт доступ на предприятия Toyota в США и Японии, где осуществляется разработка продукции.

В конце концов Джефф, досконально изучивший систему Toyota, и Джим, который имеет обширный опыт в сфере разработки продукции и давно интересовался подходом Toyota к разработкам, выяснили, как же все это работает.

Вам остается только одно: внимательно изучить эту книгу, которая описывает целостную систему, объединяющую людей, процессы, инструменты и технологию, — и приступить к преобразованию собственной системы разработок.

Джеймс Вумек,  
председатель и генеральный директор  
Lean Enterprise Institute

---

\* Джеффри Лайкер. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. — М.: Альпина Бизнес-Букс, 2006. — *Прим. пер.*

## Благодарности

Нам хотелось бы выразить искреннюю признательность множеству людей, которые внесли свой вклад в это исследование.

В первую очередь следует воздать должное Майку Масаки, Ути Окамото и Хиро Сугиура из Toyota. Масаки-сан дал нам возможность познакомиться с работой Toyota изнутри, Окамото-сан и Сугиура-сан не жалели своего драгоценного времени, рассказывая о сложном процессе разработки автомобилей в Toyota, а Миядэра терпеливо отвечал на наши бесчисленные вопросы. Много нового о системе Toyota мы узнали от американских высших менеджеров Toyota, которые упорно трудились, осваивая философию компании в Техническом центре Toyota. Среди них нужно упомянуть Джима Гриффита, Эда Манти, Брюса Браунли и Дэвида Бакстера.

Кроме того, мы весьма обязаны многим другим сотрудникам Toyota, в том числе Т. Утиямада, М. Тerasака, С. Ямагути, С. Накао, К. Миядэра, Т. Ямасина, Е. Гею, К. Роялу, Т. Баффету, доктору К. Коучу, Б. Криноку и другим, которые помогли нам при проведении данного исследования.

Разумеется, мы глубоко благодарны тем, чьи труды предваряют появление этой книги. Ставшие классикой работа доктора Джима Вумека и доктора Дэна Джонса\* и книга Майка Ротера и Джона Шук\*\*, посвященная составлению карт потока создания ценности, побудили нас продолжить развитие этой темы применительно к разработке продукции. В основу книги легла серия проведенных в Мичиганском университете исследований процесса разработки продукции, среди которых нужно отметить блестящие работы профессора Дорварда Собека, доктора Пэт Хэммет, доктора Джона Кристиано, доктора Джея Бэфрона, профессора Джека Хью и новаторское исследование доктора Аллена Уорда.

Мы чрезвычайно признательны тем, кто помогал и поддерживал нас в процессе работы. Джон Шук и Стивен Ханг помогли нам составлять кар-

---

\* Джеймс Вумек, Дэниел Джонс. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. — М.: Альпина Бизнес-Букс, 2006. — *Прим. пер.*

\*\* Майк Ротер, Джон Шук. Учитесь видеть бизнес-процессы: Практика построения карт потоков создания ценности. — М.: Альпина Бизнес-Букс, 2006. — *Прим. пер.*



## Благодарности

ты потока создания ценности. Гари Перасаари, который серьезно помог доктору Лайкеру во время редактирования первых двух его книг «Стать бережливым» (*Becoming Lean*) и «Дао Toyota», снова пришел нам на выручку и может по праву считаться не только редактором, но и соавтором данной работы. Благодаря его помощи книга выдержана в едином стиле и написана прекрасным, живым языком.

И наконец, мы хотим от всей души поблагодарить своих близких. Джим признателен своей жене Мэри за помощь в редактировании книги, терпение и моральную поддержку, и сыну Грегу, который был не по возрасту терпелив и излучал радость, которая принесла его отцу удачу. Джефф благодарит свою жену Деб, сына Джесса и дочь Эмму. Джефф много ездит, обучая людей дао Toyota, но его близкие относятся к этим разъездам с пониманием и всегда встречают его с радостью и любовью.

## Предисловие авторов

Исследование, которое предшествовало созданию этой книги, началось осенью 1982 года, когда Джеффа Лайкера пригласили принять участие в крупном проекте Мичиганского университета по сравнительному изучению американской и японской автомобильной промышленности. В исследовании, которое возглавили Дэвид Коул и Роберт Коул, участвовали почти все автопроизводители двух стран, многие поставщики комплектующих для автомобильной промышленности и преподаватели университета. Основное внимание уделялось различию подходов американских и японских автомобильных компаний к работе с поставщиками при разработке продукции. Быстро стало очевидно, что в этой области Toyota коренным образом отличается от американских компаний. Ее подходы мало похожи и на подходы других японских автопроизводителей. Во многих отношениях Toyota стояла особняком, и в первую очередь это касалось процессов разработки продукции.

Острый интерес в то время вызывала система производства Toyota (TPS) — позднее ее стали называть бережливым производством, — тогда как системе разработки уделялось значительно меньше внимания. По существу, TPS и система разработки развивались независимо друг от друга, за них отвечали разные организационные подразделения. Большинство менеджеров, которые занимались разработками, имели весьма скромные познания в области TPS, а конструкторы не считали TPS отправной точкой процесса бережливой разработки продукции.

Впоследствии программа исследований в Мичиганском университете расширилась, и к работе подключился Ал Уорд, профессор машиностроения, и несколько одаренных аспирантов. Одной из центральных тем исследования стало параллельное проектирование на базе альтернатив. Ала Уорда интересовало, каким образом инженеры Toyota оценивают широкий спектр предлагаемых решений, прежде чем остановиться на одном из них. В рамках этого исследования Дорвард Собек занялся сравнительным анализом системы Toyota и проектных групп Chrysler, уделяя особое внимание роли главного инженера и методам координации работы функциональных подразделений. Его труд позволил расширить сложившиеся представления о

практике параллельного проектирования на базе альтернатив. Впоследствии на основе материалов Собека в *Harvard Business Review* и *Sloan Management Review* были опубликованы статьи.

Хотя участники исследования получили широкое представление о разработке автомобилей на Toyota, их знания во многом все равно оставались поверхностными. Среди исследователей не было технических специалистов, которые могли сказать, в чем именно система разработки на Toyota отличается от других систем, существующих в отрасли, и сформулировать принципы, позволяющие создать бережливую систему разработки продукции. Ликвидировать этот пробел помог Джеймс Морган, который занимался разработками автомобилей на протяжении двадцати лет. Также он был вице-президентом одного из ведущих поставщиков комплектующих, инструмента и инжиниринговых услуг для автомобильной промышленности.

Три года Морган изучал систему разработки кузовов на Toyota и в одной из ведущих автомобилестроительных компаний Северной Америки. Основная подготовка позволяла ему досконально разобраться в процессах, инструментах и технологиях проектирования и методах работы с персоналом и подробно проанализировать различия между Toyota и ее американским конкурентом. Чтобы наглядно продемонстрировать различия в подходе к людям, процессам и технологии, Морган использовал социотехническую модель. Кроме того, он разработал методику построения карт потока создания ценности, адаптированную к особенностям процесса разработки продукции. Позднее эта методика стала важнейшим инструментом внедрения бережливой системы разработки продукции.

При написании данной работы мы пользовались двумя группами источников. С одной стороны, это материалы, которые более двадцати лет собирала исследовательская группа Мичиганского университета. С другой — это результаты недавних изысканий Джеймса Моргана. Итоги этих исследований мы объединили в виде комплекса принципов бережливой системы разработки продукции (Lean Product Development System — LPDS). Анализ конкретных ситуаций переплетается с теоретическими вопросами, а теория подкреплена описанием методов работы и рекомендациями по внедрению соответствующих принципов. Наша задача — помочь компаниям, которые хотят освоить бережливую разработку продукции, заложить фундамент собственной LPDS.

Изучая Toyota, авторы обнаружили, что глубокий отпечаток на методы работы компании наложила уникальная история ее развития, в которой тесно переплелись представления семьи Тоёда, японская культура, особые социально-экономические условия и десятилетия интенсивного обучения

## Предисловие авторов

в масштабах компании. Поскольку каждая организация имеет свою историю, ни одна компания не может стать точной копией Toyota, бездумно используя ее стратегии и инструменты. В то же время невозможно выделить один-единственный инструмент, метод или процесс, изменить его с учетом принципов бережливого мышления и рассчитывать, что он будет работать точно так же, как и в другом месте. Хотя каждая компания должна развивать собственную систему, мы надеемся, что наше исследование и изучение принципов LPDS пойдет на пользу нашим читателям.

*Джеймс Морган,  
Джеффри Лайкер,  
Анн-Арбор,  
Мичиган*



# Раздел I

---

## **Введение**





## Революция в разработке новой продукции

Любую проблему в компании можно решить с помощью первоклассного продукта.

КАРЛОС ГОН, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР NISSAN

Книга «Машина, которая изменила мир» вызвала настоящую бурю в автомобильной промышленности в 1990 году. В ней неопровержимо доказывалось, что японские автомобильные компании оставили позади своих европейских конкурентов. При этом японские производители не просто превзошли европейцев, но ушли далеко вперед: их показатели были выше в 2–10 раз. Англоязычная читательская аудитория впервые узнала о колоссальных возможностях производственной системы Toyota и получила представление о компании, которой было суждено встать в авангарде автомобильной промышленности. Именно в этой книге Вумек, Джонс и Рус ввели термин *бережливое производство*, суть которого — делать все больше при помощи все меньшего. Они описали производственную систему, которая была лучше, быстрее и дешевле прежних. Она требовала меньше места, меньше запасов и меньше рабочего времени. «Машина, которая изменила мир» и более поздние работы, посвященные производственной системе Toyota, положили начало революции в производстве. Преодолевая государственные и отраслевые границы, эта революция создала многомиллионный рынок для консультантов, благодаря которым *бережливое производство* стало крупнейшим достижением в производственной сфере за последние двадцать лет.

Как отмечают сами авторы «Машины», лишь одна глава их новаторской книги была посвящена производству. Книга рассказывала о бережливом предприятии, которое включает маркетинг, распределение, учет и разработку продукции. И все же основные усилия компаний, взявшихся за преобразования, были нацелены на производственные подразделения, что вполне логично с учетом более чем десятилетнего опыта внедрения бережливого производства. Однако этот опыт говорит и о том, что преобразование производства — это лишь отправная точка. Чтобы превратить компанию в бережливое предприятие, нужно сделать второй шаг — изменить подход к разработке продукции и процессов. Многие компании обнаружили, что

потери на производстве можно сокращать до определенного предела, после чего узким местом становится разработка. На самом деле роль разработки продукции и процессов может быть даже более существенной для бережливого предприятия, чем собственно производство. К счастью, Toyota подает пример не только бережливого производства, но бережливых разработок. Хотя система разработки продукции в Toyota известна не так широко, как TPS, она не менее эффективна и совершенна.

Эта книга рассказывает о бережливой системе разработки продукции (LPDS, Lean Product Development System) и подводит итоги многолетней исследовательской и практической работы авторов. Книга опирается на материалы пятнадцатилетнего исследования, которое проводилось силами Мичиганского университета, более чем двадцатилетний опыт разработок новых продуктов и знания, приобретенные при посещении предприятий Toyota и благодаря наставнической помощи сэнсэя Toyota. Впервые методы разработки продукции, корпоративные принципы и философия Toyota представлены как единая система. Серия исследований, которые легли в основу книги, начинается с работы Лайкера, Уорда и их аспирантов, результатом которой стала разработка модели параллельного проектирования на базе альтернатив (Ward et al., 1995). Это исследование продолжил Дорвард Собек (Sobek, 1997), который провел широкий сравнительный анализ системы разработки продукции в Toyota и проектных команд Chrysler, сформированных в результате реорганизации компании.

Опираясь на эти работы и многолетний опыт личного участия в разработках, Джим Морган досконально разобрался в том, как Toyota проектирует кузова автомобилей, и сравнил ее методы с практикой компаний американской «большой тройки». Исследование Моргана продолжалось два с половиной года. Глубоко изучив, как разрабатывается автомобильный кузов, — компонент, который не только проектируется дольше всех других агрегатов, но и наиболее типичен для Toyota, — Морган создал общую модель бережливой разработки продукции. Его исследование охватывало разработку конструкции и технологии, создание опытных образцов, разработку технологии сборки, изготовление и приемочные испытания штампов. Сбор данных осуществлялся в ходе бесед с представителями Toyota и ее поставщиков и при посещении предприятий компании. Среди 40 участников этих бесед, общая продолжительность которых превышала 1000 часов, были представители высшего менеджмента, конструкторы, технологи, изготовители инструмента и главные инженеры с 12 предприятий Toyota в США и Японии. Проводя свои изыскания, Морган опирался на социотехническую модель (люди, процесс, технология), анализируя ситуацию в русле сложившейся традиции научных исследований (Taylor and Felton, 1993; Nadler and Tushman, 1997).

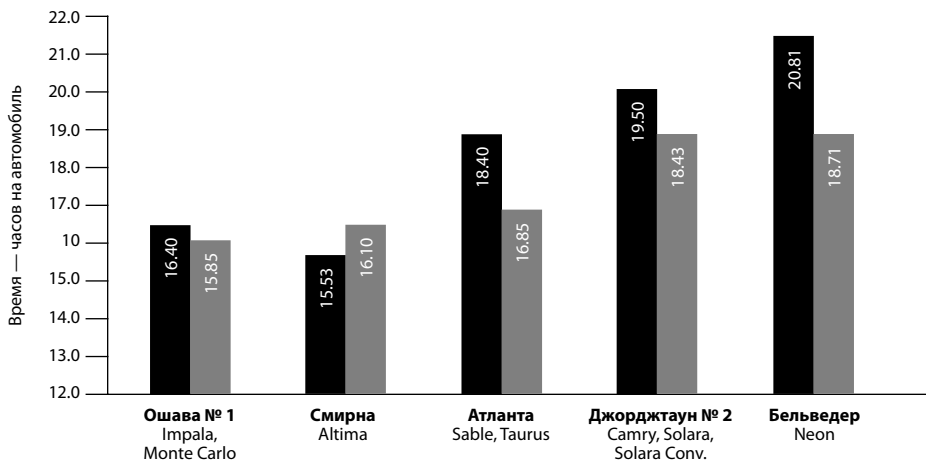
Стимулом к созданию этой книги, которая подводит итоги коллективной работы многих людей, был один-единственный вопрос: какие принципы разработки продукции позволили Toyota добиться такого успеха? Отвечая на него, авторы выделили 13 принципов, которые были сгруппированы в три категории: процессы, люди и технология. Именно они составляют основу бережливой системы разработки продукции. Задача данной книги — продемонстрировать преимущества бережливой системы разработки продукции и рассказать о том, как можно создать или усовершенствовать такую систему в любой компании. Хотя на страницах этой книги речь пойдет главным образом об автомобилестроении, авторам приходилось заниматься внедрением подобной практики и в других отраслях. Наш опыт свидетельствует, что описанные принципы и процессы применимы к разработке любой продукции.

Одна из проблем создания модели LPDS заключается в том, что система разработки продукции в Toyota непрерывно развивается, идя в ногу с новыми задачами и технологиями. Сказать по правде, для авторов процесс познания превратился в пресловутую попытку очистить луковицу — каждый новый слой преподносил все новые открытия. Бережливое производство — это комплекс инструментов (канбан, андон, пока-ёкэ и др.), позволяющих устранять потери и поддерживать поток трансформируемых материалов. Точно так же можно описать и бережливую разработку продукции. Однако, сняв с луковицы очередной слой кожуры, вы обнаружите, что основа бережливого производства и бережливой разработки продукции — это *интеграция людей, процессов, инструментов и технологии, обеспечивающая добавление ценности для потребителя и общества*.

## **Новый рубеж конкурентной борьбы: система разработки продукции**

Сегодня бережливое производство перестало быть исключительным конкурентным преимуществом Toyota. Ученики Тайити Оно, отца производственной системы Toyota, обучают принципам бережливого производства специалистов самых разных отраслей по всему земному шару. В автомобилестроении этот подход оказался столь эффективным, что все автомобильные компании разработали стратегии освоения бережливого производства, и многие из них добились значительных успехов. Подобные стратегии существуют и в других отраслях. Хотя большинство автомобильных компаний пока отстает от Toyota, разрыв в показателях производительности резко сократился, а некоторым автопроизводителям Северной Америки даже удалось

превзойти Toyota по отдельным показателям. По данным компании Harbour, первую десятку сборочных заводов Северной Америки по скорости сборки автомобиля за 2005 год возглавил завод GM в Ошаве (15,9 ч на автомобиль), второе место занял завод Nissan в Смирне, штат Теннесси (16,1 ч на автомобиль), за ними следовали завод Ford в Атланте (16,6 ч), завод Toyota в Джорджтауне (18,4 ч) и завод DaimlerChrysler (18,7 ч) в Бельведере (см. рис.1-1). Такие изменения впечатляют, ведь еще авторы «Машины, которая изменила мир» писали, что в 1980-е годы на заводе GM во Фрэммингеме, штат Массачусетс, этот показатель составлял 40 ч на автомобиль.



**Рис. 1-1.** Первая десятка заводов Северной Америки по скорости сборки автомобиля — по данным Harbour

Теперь предприятия западного полушария стараются перевести производство и сферу ИТ за рубеж, в Азию, в первую очередь в Китай и Индию. Однако разработка важнейших продуктов и процессов остается в ведении материнской компании, а активное использование аутсорсинга делает потребность в интеграции технических решений, касающихся сложных продуктов и процессов, еще более острой. Поскольку на стадии проектирования можно значительно снизить затраты, очередным рубежом конкурентной борьбы становится разработка продукции и процессов.

Сегодня потребителям Северной Америки предлагается несравненно более широкий выбор моделей автомобилей, чем раньше. При этом число платформ, на базе которых создаются эти автомобили, резко сократилось. Теперь, чтобы добиться успеха и сохранить конкурентоспособность, автомобильная компания должна производить куда более разнообразную продукцию, сокра-

щая число базовых платформ. Это привело к появлению кроссоверов — гибридов легковых машин и пикапов, которых не было в конце восьмидесятых. К 2006 году на такие модели приходилось более 16% общего объема продаж автомобилей в Северной Америке. Новые модели появляются все чаще и чаще. По данным инвестиционной компании Merrill Lynch, за последние пять лет число новинок на рынке существенно выросло. Только в США в период 2003–2005 годов на рынке ежегодно появлялось более 60 новых моделей.

Под влиянием этой тенденции многие отрасли стали переходить к платформенному проектированию. Так, компания Intel недавно сделала стратегическим приоритетом переход к платформенной архитектуре интегральных микросхем, которая позволит ориентироваться на разные потребительские сегменты. Данная стратегия свидетельствует о переходе отрасли к массовой индивидуализации (*mass customization*). Примером могут служить чрезвычайно популярные процессоры Centrino.

Сегодня, выбирая автомобиль, потребитель обращает внимание не только на цену и качество, но и на стиль и дополнительные возможности. В результате большинству компаний приходится ускорять разработку продукции, чтобы потребитель мог своевременно получить то, что ему хочется. Компании, которые не улавливают новых веяний на рынке, оказываются поверженными, ведь бессмысленно повышать эффективность производства устаревшей продукции.

Сокращение цикла разработки и невероятное количество вариантов комплектаций автомобиля заставляют компании ускорять разработку новых моделей. По данным Merrill Lynch, возраст модели напрямую связан с долей рынка. «Чем старше модель, тем меньше соответствующая доля рынка. Новое всегда побеждает».

В конце 1980-х годов на разработку автомобиля от утверждения дизайнера до начала производства обычно уходило от 36 до 40 месяцев. Сегодня этот цикл резко сократился — в среднем до 24 месяцев. При этом средняя продолжительность разработки в Toyota составляет всего 15 месяцев, а однажды компании удалось уложиться в 10 месяцев.

Многие компании не успевают наращивать ресурсную базу системы разработки продукции в темпе, которого требует рынок. Выбор доступных моделей *постоянно растет*, что ведет к микросегментации рынка, что имеет весьма серьезные последствия. Растущее разнообразие при относительно стабильном совокупном объеме продаж означает, что все больше моделей продается в небольших количествах. Чтобы амортизировать затраты на разработку таких моделей, их создание должно обходиться значительно дешевле разработки традиционных моделей, которые продавались в больших объемах. Следовательно, чтобы бизнес был выгодным, стоимость разработки должна существ-

венно снизиться. Поняв это, лучшие компании постарались адаптироваться к изменению ситуации, что послужило стимулом для множества инноваций в сфере разработки продукции и оборудования. Эффективность разработок дает таким компаниям ощутимые преимущества в ценовой политике.

Сегодня, когда на рынок все чаще поставляются новые модели, требования к качеству продукции растут, а ценовая конкуренция становится более жесткой, у автомобильных компаний остается все меньше времени на повышение качества и производительности. Однако выпуск новых моделей не должен приводить к ухудшению их качества. Жизненный цикл модели сокращается, а значит, компания не может расслабиться и допустить рост числа дефектов. Теперь, чтобы выпускать новые модели, обеспечивая высокое качество и эффективность производства, ей приходится добиваться синергетического единства бережливой разработки и бережливого производства.

## **Совершенство разработок — важнейшая составляющая потенциала компании**

Изменение условий рынка делает мощную систему разработки продукции решающим фактором успеха. Растущая сложность современного автомобиля и изменения, о которых говорилось выше, делают разработку новых продуктов весьма сложной. В условиях острой конкуренции на рынке качество разработок становится более важным дифференцирующим фактором, чем возможности производства. Имеется достаточно свидетельств о том, что в следующем десятилетии разработка продукции станет ключевой составляющей потенциала предприятия в данной отрасли.

Для такого утверждения есть веское основание: *разработка продукции дает значительно больше возможностей получить конкурентное преимущество, чем любой другой этап*. В пользу этого тезиса говорят два фактора. Во-первых, хотя различия в показателях производительности сглаживаются, в сфере проектирования разрыв между лучшими и всеми остальными неуклонно растет. Кроме того, хотя с конца 1980-х годов большинство компаний добились значительных улучшений в производственной сфере за счет применения методов бережливого производства, нынешний уровень эффективности производства говорит о том, что его дальнейшее совершенствование будет давать куда меньшую отдачу. Во-вторых, производство не может ощутимо повлиять на продажи автомобилей. Хотя совершенство производственной системы влияет на качество и производительность, но возможности воздействовать на ценность с точки зрения потребителя, объем капиталовложений и переменные издержки максимальны на ранних этапах процесса разработки продукции, они уменьшаются

по мере приближения к запуску конвейера. Производство не позволяет снизить затраты на разработку, опередить конкурентов в выпуске модели на рынок или изменить особенности конструкции, технологии или дизайнерского решения. Более того, производство играет весьма скромную роль при первичном отборе поставщиков комплектующих. Большинство автомобилей более чем на 60% состоит из узлов и деталей, изготовленных поставщиками (подобная тенденция прослеживается и в других отраслях), которые вносят ощутимый вклад в разработку и производство, а следовательно, отбор поставщиков сказывается на общих затратах и качестве автомобиля. И наконец, как показывает пример Toyota и других компаний, хотя потенциал производства чрезвычайно важен, речь идет лишь об одном функциональном подразделении. Чтобы добиться успеха, нужно обеспечить эффективность всей компании.

## **Бережливая система разработки продукции: объединить усилия функциональных подразделений и поставщиков**

Многие прогрессивные компании, и в том числе Toyota, стремясь сделать свое предприятие по-настоящему бережливым, совершенствуют не только производственный процесс, но и дизайн, снабжение, технологию, финансы и персонал. Тем не менее часто, создавая бережливое предприятие, эти компании продолжают испытывать трудности. Отчасти это происходит потому, что они не используют возможности, которые дает увязывание перечисленных функций. Бережливая разработка продукции требует объединить усилия всех структурных подразделений — продаж, маркетинга, дизайна, снабжения, проектирования, производства и поставщиков. Как показано на рис. 1-2, обеспечить бережливую разработку продукции можно лишь совместными усилиями.

Как отмечалось выше, бережливая разработка продукции — основа конкурентного преимущества любой компании, которая стремится удовлетворить потребителя; она решает множество экологических проблем, которые теперь приходится учитывать всем компаниям, особенно автомобилестроительным. Генеральные директора GM, Ford, Nissan и DaimlerChrysler в один голос называют разработку продукции важнейшей составляющей конкурентной стратегии. Эти компании делают все, чтобы укрепить систему разработки продукции, поручая эту работу проницательным, дальновидным руководителям, готовым к широкомасштабным преобразованиям. Так в 1990-е годы GM привлекла к работе уже отошедшего от дел Боба Лутца, одного из крупнейших специалистов по созданию новых продуктов, и построила огромный современный проектно-конструкторский комплекс. В Ford учредили должность директора

**Все подразделения должны сотрудничать  
и безупречно выполнять свои функции**



**Рис. 1-2.** Модель бережливого предприятия

по продукту, который полностью реорганизовал процесс разработки продукции и процессов. В DaimlerChrysler назначили нового вице-президента по разработке, чтобы он помог реформировать сложившуюся структуру. При этом GM, Ford и DaimlerChrysler не оставляют попыток перенять систему разработки продукции у Toyota.

## **Почему именно Toyota?**

У читателя может сложиться впечатление, что авторы этой и других книг призывают равняться на систему разработки продукции Toyota лишь потому, что эта компания добилась огромных успехов в производстве. Но блестящие достижения Toyota, которая поставляет на рынок продукцию высочайшего качества, имеет прочные позиции на мировом рынке и из года в год получает высокие прибыли, объясняются не только бережливым производством. Дао Toyota обеспечило параллельное развитие трех важнейших направлений — производства, продаж и разработки (Liker, 2004). Хотя система разработки



продукции Toyota известна не так широко, как ее производственная система, она не менее совершенна. Toyota разрабатывает высококачественные автомобили быстрее и дешевле, чем конкуренты, и при этом зарабатывает больше прибыли с каждого автомобиля. Она стабильно удовлетворяет потребительский спрос, ежегодно запуская в производство больше новых моделей, чем ее конкуренты. Toyota получает самые высокие в отрасли прибыли (в 2005 году она вышла на рекордный для Японии показатель в 10,9 миллиарда долларов, и ее прибыли продолжают расти). Рыночная капитализация Toyota (в 2005 году она составляла 177 миллиардов долларов, что в 13 раз выше стоимости General Motors) превышает совокупную капитализацию GM, Ford и DaimlerChrysler вместе взятых. Сегодня ей принадлежит почти 15% мирового рынка — а это один из самых высоких показателей в мире.

Успех Toyota во многом объясняется качеством ее продукции. Объективные данные, в том числе рейтинги первоначального качества J.D. Powers, которые формируются путем опроса владельцев новых машин в течение 90 дней после покупки автомобиля, говорят о том, что Toyota значительно опережает другие компании по качеству новых моделей. Обзоры J.D. Powers весьма авторитетно свидетельствуют и о высоком качестве разработки автомобилей Toyota. В течение десятилетия, начиная с 2001 года, 39 автомобилей Toyota заняли первое место, а в 2005 году компания добилась феноменальных результатов — в 16 категориях автомобили Toyota получили 10 первых мест (рис. 1-3).

Показатель	Европа	Япония	Северная Америка	Toyota
2001 JD Powers Первоначальное качество*	1	0	1	7
2002 JD Powers Первоначальное качество*	0	1	2	9
2003 JD Powers Первоначальное качество*	1	1	3	6
2004 JD Powers Первоначальное качество*	1	0	2	7
2005 JD Powers Первоначальное качество*	0	0	2	10
От утверждения дизайнерского решения до начала производства (месяцы)	27	20	26	15
Затраты на НИОКР/ продажи	5,5	5,1	4,8	3,6

\* Число моделей, получивших первое место.

**Рис. 1-3.** Качество разработок от утверждения модели до начала производства

Что касается темпов разработки продукции и выпуска новых моделей, то на разработку кузова при использовании прежних шасси и трансмиссии (самый распространенный подход к созданию новых автомобилей) у Toyota уходит всего 15 месяцев от утверждения дизайнерского решения до начала производства. Для более простых моделей, например Corolla, достаточно 12 месяцев. Большинство конкурентов компании тратят на решение аналогичных задач от 24 до 30 месяцев. Столь высокие темпы позволили Toyota с 1990 года увеличить число своих моделей в Северной Америке более чем вдвое. Средний срок между существенными изменениями моделей Toyota всего 1,2 года (у ее конкурентов этот показатель составляет почти 3 года), а ее модельный ряд в Северной Америке непрерывно расширяется с 1990 года. При этом нельзя сказать, что высокие темпы разработок обходятся компании дорого. Toyota имеет самое низкое отношение затрат на НИОКР к объему продаж. Бережливое производство, унификация конструкции, стандартные процессы и использование единых комплектующих дают Toyota огромные преимущества по затратам. Минимизируя вариацию, компания обеспечивает непревзойденное качество продукции при высоких темпах работы и стабильно добивается предсказуемых результатов в непредсказуемых условиях.

### **Учиться у Toyota**

Наше исследование и опыт применения данной модели разработки в ряде крупных компаний, производящих потребительские товары, показывают, что нельзя получить устойчивые результаты за счет незначительных изменений кадровой политики. Заимствовать отдельные инструменты из системы Toyota столь же бессмысленно, как и приобретать самую сложную и современную систему автоматизированного проектирования. Единственный способ радикально повысить качество и темпы разработок — набраться терпения и выстроить собственную систему разработки продукции. Если такая система будет опираться на продуманные принципы, со временем вы добьетесь таких же успехов, как Toyota и другие великие компании.

Сильной стороной Toyota всегда было умение учиться у других — у Ford Motor Company, у ведущих специалистов по качеству и организации производства из США, Японии и Европы, — и усердно трудиться, адаптируя приобретенные знания к особенностям собственной системы. В Toyota внимательно оценивают возможные последствия, запускают пилотный проект, проводят анализ затрат и результатов и приводят новый метод в соответствие с потребностями существующего процесса. Структура целостной системы разработки продукции Toyota и 13 принципов, на которые опирается модель LPDS, анализируются в главе 2.

Чтобы помочь читателю осмыслить модель LPDS, мы старались приводить как можно больше примеров, причем не только из Toyota, но и одной из компаний «большой тройки». Эту компанию, которая интенсивно изучалась в сравнительных целях, мы будем называть North American Car Company (NAC). Через такое сравнение мы покажем, чем методы разработки продукции в Toyota отличаются от подхода типичной автомобильной компании.

Центральная идея данной работы состоит в том, что обучение на практике и институционализация приобретенного знания — это единственный путь, который позволяет организации добиться непревзойденного качества, ставшего нормой в Toyota. Хотя каждая компания должна сформировать собственную систему разработки продукции, отличную от системы Toyota, такая система окажется недолговечной, если не будет опираться на философию и принципы управления, созданные и применяемые Toyota. Надеемся, что результаты исследований, собранные в этой книге, помогут вам выстроить собственную стабильную систему разработки продукции и выйти на новые рубежи конкурентоспособности.



## Модель бережливой системы разработки продукции

Все должно быть изложено так просто, как только возможно, но не проще.

АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН

В чем же секрет беспримерного успеха Toyota? Может быть, создавая компанию по производству автоматических ткацких станков, Сакити Тоёда позаимствовал какое-нибудь чудодейственное средство у древних самураев? А может, на Toyota трудится тайная армия инженеров, вооруженных инструментами шести сигм, экспертными системами и новейшими суперкомпьютерами, которые помогают ей бесперебойно поставлять на рынок новые модели? Все намного проще. Представители высшего руководства, которые отвечают за разработку продукции на американских предприятиях Toyota, ограничиваются короткой фразой: «Наши разработки основаны на здравом смысле». К сожалению, представления о здравом смысле в Toyota и за ее пределами нередко расходятся.

Секрет успеха Toyota не поддается определению еще и потому, что нет однозначного ответа, как свести все составляющие воедино: упорный труд, талантливых инженеров, культуру работы в команде, отлаженные процессы, комплекс простых, но эффективных инструментов и *кайдзен*, непрерывное совершенствование всего перечисленного. Одним словом, это настоящая бережливая система, которая постоянно развивается.

### Социотехническая система

Теория социотехнических систем (STS, sociotechnical systems theory) стала популярной в 1970–1980-е годы. Толчком к ее развитию послужили, с одной стороны, европейские эксперименты с демократизацией труда, а с другой — труды американских ученых в области инжиниринга и социологии. Согласно теории, организация, которая хочет добиться успеха, должна обеспечить гармоническое единство социальной и технической систем с учетом целей организации и внешних условий. Техническая система — это не

только оборудование, но и корпоративные принципы, стандартные рабочие процедуры. Любые методы, которые внедряет специалист по организации производства, — это часть технической системы. Под социальной системой понимается все, что связано с отбором и развитием людей, работающих в организации, их характеристиками и культурой взаимодействия.

Термин «система» описывает множество взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов, образующих единое целое. Невозможно понять, как работает система в целом, рассматривая ее части по отдельности. Разобраться в ней можно, лишь изучая взаимодействие людей и оборудования. Система динамична, она меняется вслед изменениям внешней среды. Термин «открытая система» говорит о том, что организация взаимодействует с внешним миром.

Разработка продукции в Toyota долгие годы развивается под влиянием уникальных внешних условий как живая система. Приведенная ниже модель социотехнической системы описывает систему разработки продукции на Toyota. Данная система содержит три основные подсистемы: 1) процесс, 2) люди, 3) инструменты и технология. Эти три подсистемы взаимосвязаны и взаимозависимы и влияют на способность организации решать задачи внешнего характера (см. рис. 2-1).



**Рис. 2-1.** Системный подход к разработке продукции

Перед тем как начать социотехнический анализ, следует ответить на три вопроса: какова цель организации? Ради чего она существует? Какие внешние

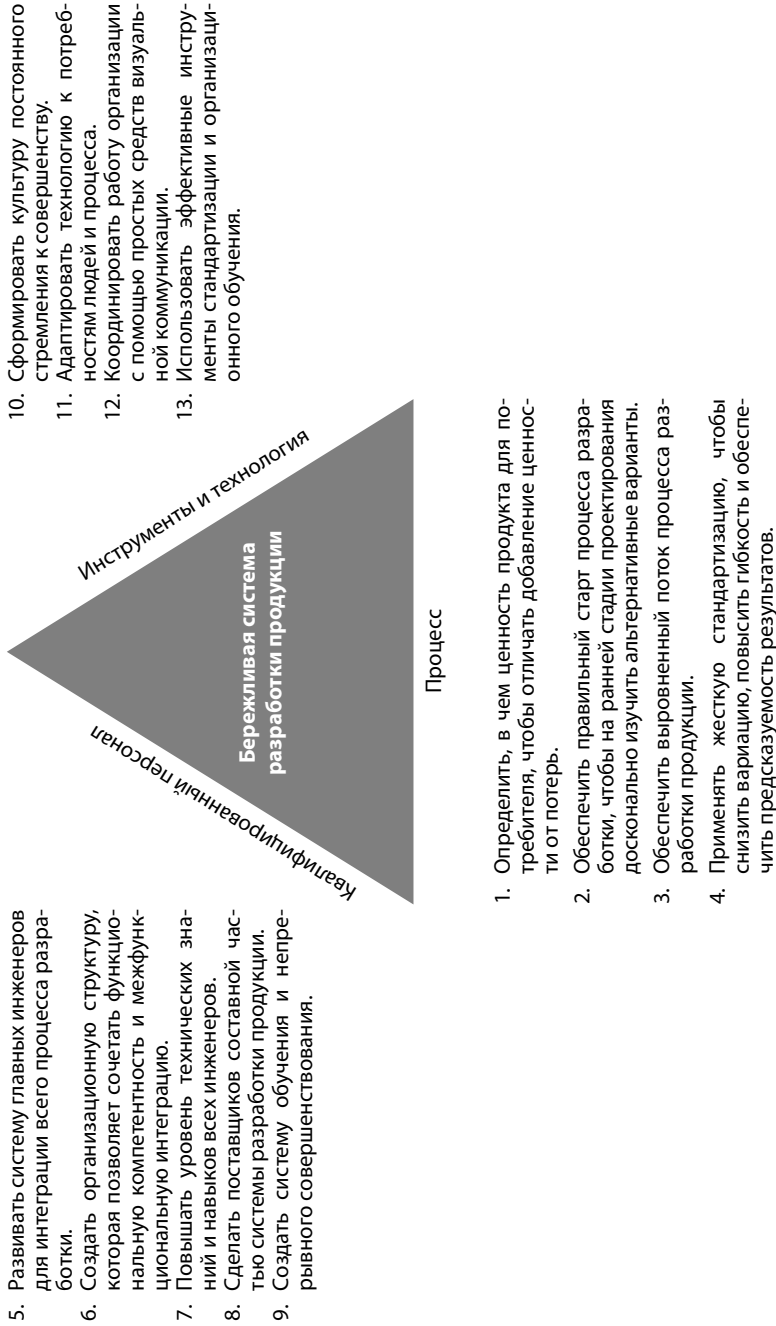
условия значимы для данной организации? Организация может выжить, лишь если извне поступает достаточно информации и ресурсов, чтобы поддерживать функционирование системы. Иными словами, организация должна быть неразрывно связана с внешним миром.

Одна из задач данной работы — охарактеризовать названные подсистемы с помощью 13 принципов модели бережливой системы разработки продукции. Эти 13 принципов разбиты на три группы, соответствующие трем подсистемам социотехнической модели, как показано на рис. 2-2.

Прежде чем перейти к рассмотрению этих принципов, мы хотим сделать одно предупреждение. Хотя для анализа, разъяснения и даже внедрения очень удобно представить бережливую систему разработки продукции Toyota в виде модели, эта модель не объясняет, как осуществляется бережливая разработка продукции на практике. Конкретный инструмент или метод работы с персоналом могут обладать самостоятельной ценностью, однако проявить свою подлинную мощь бережливая разработка продукции может лишь как целостная система взаимодействующих инструментов, процессов и подходов к работе с персоналом. Чтобы полностью воспользоваться преимуществами такой системы, она должна охватить всю организацию. В последних главах этой книги мы поговорим об этом подробнее. Здесь же мы дадим общее представление о трех социотехнических подсистемах и соответствующих им принципах.

### **Подсистема «Процесс»: принципы 1–4 LPDS**

Первая подсистема — *процесс* — имеет дело с задачами, которые необходимо выполнить, чтобы провести продукт от концепции до запуска в производство. Говоря о процессе, мы подразумеваем также последовательность выполнения этих задач. С точки зрения социотехнической теории процесс — часть технической системы. С точки зрения бережливого производства процесс — это объект наблюдения при составлении карты потока создания ценности от сырья до готовой продукции. Сырьем процессу разработки служит информация. Нужды потребителей, характеристики изделий, которые выпускались в прошлом, сведения о конкурентоспособной продукции, принципы разработки и прочие входные данные в процессе разработки преобразуются в конструкторское решение изделия, которое пойдет в производство. В сущности, в любой компании процесс разработки так или иначе документирован. Тем не менее в Toyota акцентируют внимание не столько на документированном процессе, сколько на процессе реальном — повседневной деятельности, обеспечивающей поток информации, проработку конструкторского решения, проведение испытаний, создание опытных образцов и появление конечного продукта.



Источник: Воспроизводится с изменениями по изданию «Дао Toyota», с разрешения McGraw-Hill.

**Рис. 2-2.** Модель бережливой системы разработки продукции и 13 принципов



**Принцип 1:**

*Определить, в чем ценность продукта для потребителя, чтобы отличать добавление ценности от потерь*

Точка отсчета в бережливой системе — всегда потребитель, поэтому, чтобы приступить к выявлению потерь, нужно определить, что ему нужно. Следует позаботиться о том, чтобы организация, которая занимается разработкой продукции, имела четкое представление о ценности с точки зрения потребителя. Это даст возможность увязать задачи всех уровней со стратегическими целями, бросить все силы на удовлетворение потребителя и избавиться от потерь. Потери — это любая деятельность, которая требует времени и денег, но не добавляет ценности с точки зрения потребителя. При разработке продукции приходится сталкиваться с двумя категориями потерь.

1. *Потери из-за низкого уровня проектно-конструкторских работ, в результате чего страдает качество продукта или процесса.* Такие потери наносят самый большой ущерб. Для их устранения нужно хорошо представлять, как происходит добавление ценности с точки зрения потребителя на любом уровне организации, в любом процессе. Инструменты и методы Тойота помогают получить такое представление и увязать задачи всех уровней, стоящие перед проектной командой.
2. *Потери внутри самого процесса разработки продукции.* Борьба с такими потерями помогает теория очередей и составление карт потока создания ценности при разработке продукции.

**Принцип 2:**

*Обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты*

Условия для изучения альтернатив наиболее благоприятны на начальных этапах проекта. Toyota разработала ряд методов и приемов для обеспечения правильного старта процесса разработки продукции. В частности, когда проект еще в начальной стадии, для консультаций привлекаются специалисты разных функциональных подразделений. На этом этапе концепция продукта предельно подвижна, что позволяет проанализировать потенциальные решения, касающиеся конструктивного исполнения, проектирования и производства. Комплексный подход, который предполагает одновременное изучение группы альтернативных вариантов, более продуктивен, чем итеративная процедура. Это сводит к минимуму дорогостоящие изменения на более поздних этапах. Кенто и мидзен боси делают

предварительную работу осмысленной и упорядоченной, что помогает Toyota избежать неразберихи, характерной для подготовительного этапа. Кроме того, это позволяет изолировать вариацию, присущую процессу разработки продукции, и обеспечить системную совместимость до окончательной проработки узлов и деталей.

*Принцип 3:*

*Обеспечить выровненный поток процесса разработки продукции*

После того как вы определили ценность продукта с точки зрения потребителя и решили большую часть технических проблем (то есть добились базовой стабильности), нужно создать процесс, который позволит быстро, без потерь спроектировать готовый продукт. Процесс разработки управляется и совершенствуется таким же образом, как и любой другой процесс. Хотя разработка продукции заставляет решать множество особых проблем, задачи, выполняемые в рамках разных проектов, и их последовательность имеют много общего. В этом смысле систему бережливой разработки продукции можно рассматривать как предприятие, выполняющее заказы по обработке знаний. Компания может непрерывно совершенствовать это предприятие, снижая затраты и координируя работу функциональных подразделений с помощью тех же инструментов, что используются в регулярных производственных процессах. Следует лишь адаптировать эти инструменты к особенностям процесса разработки. Таким образом, Toyota выравнивает объем работ, задает ритм управленческих мероприятий для установления времени такта, сокращает очереди, синхронизирует работу функциональных подразделений и сводит к минимуму переделки и доработки.

*Принцип 4:*

*Применять жесткую стандартизацию, чтобы снизить вариацию, повысить гибкость и обеспечить предсказуемость результатов*

Сложность процесса разработки состоит в том, чтобы суметь снизить вариацию, сохранив креативность. Toyota обеспечивает гибкость общей концепции за счет стандартизации задач. В Toyota существует три объекта стандартизации.

1. *Стандартизация проекта*, которая обеспечивается за счет унификации конструкции, модульной структуры и широкого применения единых образных и многократно используемых компонентов.

2. *Стандартизация процесса*, которая существует благодаря тому, что проектирование продуктов и заводов основано на стандартных производственных процессах.
3. *Стандартизация инженерных навыков*, которая позволяет Toyota гибко подходить к подбору и расстановке кадров и планированию проектов.

С помощью стандартизации Toyota эффективно решает проблему циклических всплесков спроса на ресурсы, присущую большинству систем разработки продукции. Стандартизация помогает компании добиваться стабильных, предсказуемых результатов (речь идет как о качестве, так и о сроках) в непредсказуемых условиях.

### **Подсистема «Люди»: принципы 5–10 LPDS**

Данная подсистема охватывает наем, подбор и подготовку инженеров, стиль руководства, организационную структуру и формы обучения. Принципы функционирования этой подсистемы напрямую связаны с такой неосознанной вещью, как культура, которая включает в себя язык, символы, убеждения и ценности, бытующие в организации, и многое другое. Приверженность членов организации и ее партнеров единым убеждениям и ценностям — критерий стабильности и прочности культуры и важная составляющая бережливого мышления.

#### **Принцип 5:**

*Развивать систему главных инженеров для интеграции всего процесса разработки*

Во многих компаниях за разные этапы разработки отвечают разные функциональные подразделения. В итоге получается, что за процесс в целом не отвечает никто. Пытаясь определить состояние проекта или зону принятия решений, вы неизбежно запутаетесь в лабиринте бесчисленных подразделений. На Toyota такой проблемы не возникает благодаря системе главных инженеров, которые контролируют всю разработку и знают состояние проекта как свои пять пальцев. Главный инженер — не только руководитель проекта, но лидер и интегратор технических систем, именно он принимает самые трудные решения. Хотя должность главного инженера или руководителя проекта существует во многих компаниях, роль таких специалистов часто сводится к общей координации работ, управлению людьми и согласованию сроков. Такой главный инженер не становится центральной фигурой проекта. В Toyota главный инженер

играет особую роль — он цементирует систему разработки продукции и делает ее целостной.

*Принцип 6:*

*Создать организационную структуру, которая позволяет сочетать функциональную компетентность и межфункциональную интеграцию*

Обеспечить высокий профессионализм специалистов функциональных подразделений, сохраняя безупречную согласованность их действий, — непростая задача, которую надо решить при создании высокоэффективной системы разработки продукции. Такая синергия обязательна для успеха любого проекта. Будучи компанией, организованной в основном по функциональному принципу, Toyota уделяет самое пристальное внимание квалификации и служебному росту функциональных специалистов. Различные функциональные «шахты» объединяет главный инженер, которого дополняют команды разработки модулей и система обоев («большая комната»), которые обеспечивают межфункциональную интеграцию.

*Принцип 7:*

*Повышать уровень технических знаний и навыков всех инженеров*

Высокий профессионализм инженеров и дизайнеров — основа бережливой разработки продукции. Современный автомобиль — это комплексная система взаимосвязанных компонентов, которая требует знания компьютера, аэро- и гидродинамики, механики, электроники и других специальных дисциплин. Как ни странно, несмотря на это, многие автомобильные компании заботятся о росте профессионализма своих сотрудников лишь на словах, предпочитая, чтобы инженеры расширяли, а не углубляли свой опыт, получали степени MBA, вместо того чтобы повышать техническую квалификацию. Во многих организациях подготовка часто носит столь поверхностный характер, что ее ценность весьма сомнительна. В Toyota глубоко уважают тех, кто знает свое дело, и уделяют огромное внимание базовой подготовке инженеров. В процессе найма осуществляется строжайший отбор, а в дальнейшем карьера специалиста в значительной степени зависит от умений и навыков в выбранной области. Новому сотруднику оказывают наставническую помощь при наработке практических навыков, необходимых хорошему инженеру. Инженеры Toyota не боятся черной работы и, следуя принципу генти генбуцу (личное участие, реальное место), отправляются на линию, чтобы своими глазами увидеть, что происходит и в чем проблема.

**Принцип 8:**

***Сделать поставщиков составной частью системы разработки продукции***

Большинство автомобильных компаний закупает у поставщиков более 50% общего количества узлов и деталей (в Toyota эта доля составляет 75%), а значит, поставщики — чрезвычайно важная составляющая бережливой системы разработки продукции. Компания должна возвращать своих поставщиков столь же заботливо и тщательно, как и внутренние производственные и инженерные кадры. В Toyota поставщиков ценят не только за то, что они изготавливают узлы и детали, но и за техническую компетентность. Предварительный отбор и оценка сторонних исполнителей предполагают, что поставщики подключаются к проекту на самых ранних этапах — начиная с разработки концепции продукта. При необходимости инженеры поставщиков работают в конструкторских бюро Toyota, что еще больше укрепляет их и без того тесную связь.

**Принцип 9:**

***Создать систему обучения и непрерывного совершенствования***

Способность учиться и совершенствоваться — пожалуй, самое надежное конкурентное преимущество для любой компании. В Toyota обучение и непрерывное совершенствование стали неотъемлемой частью повседневной работы. Занимая ведущие позиции в сборе, распространении и применении информации о повышении эффективности, Toyota прекрасно знает, что учиться выгодно, что обучение должно охватывать всю компанию.

**Принцип 10:**

***Сформировать культуру постоянного стремления к совершенству***

Генетический код Toyota — это сплав убеждений и ценностей, которые бережно передаются из поколения в поколение руководителями и инженерами-практиками. Опираясь на эти убеждения, организация слаженно работает на достижение единых целей. Ясно сформулированная система ценностей Toyota свидетельствует о том, что в компании ценят непревзойденное качество и высокий профессионализм, а стойкая приверженность основополагающим убеждениям в равной мере свойственна лидерам и членам команды. Именно культура делает все остальные принципы неотъемлемой частью подхода Toyota к работе, тем самым обеспечивая их эффективность.

**Подсистема «Инструменты и технология»: принципы 11–13 LPDS**

Третья подсистема включает инструменты и технологии, которые используются для создания автомобиля. Речь идет не только о системах автома-

тизированного проектирования, технологиях станочной обработки, виртуальном моделировании производства и испытаний, но и обо всех «мягких» инструментах, которые прямо или косвенно способствуют процессу разработки, будь то решение проблем, обучение или стандартизация передового опыта.

*Принцип 11:*

*Адаптировать технологию к потребностям людей и процесса*

Многие компании допускают ошибку, пытаясь найти «серебряную пулю», — технологию, которая одна обеспечит высокую эффективность разработки. При этом они зачастую не задумываются о влиянии новой технологии на людей и текущие процессы. Новая технология при изначально неудачной системе разработки продукции едва ли спасет положение, а возможно даже снизит результативность — особенно в краткосрочном периоде. В Toyota понимают, что технология как таковая редко становится значимым конкурентным преимуществом, поскольку ее несложно скопировать. Куда важнее не пожалеть времени и сил и убедиться, что новая технология согласуется с оптимизированными и отлаженными процессами, отвечает потребностям хорошо подготовленного персонала и повышает эффективность работы. Именно поэтому, прежде чем браться за внедрение САПР или средств цифрового моделирования, в Toyota проводят огромную работу, чтобы интегрировать нововведения и дао Toyota. В бережливой системе разработки продукции на первом месте стоят люди и процессы. Технология лишь ускоряет и расширяет возможности этих подсистем.

*Принцип 12:*

*Координировать работу организации с помощью простых средств визуальной коммуникации*

Помимо культуры и ориентации на потребителя, которые цементируют организационную структуру Toyota, компания использует ряд несложных инструментов для координации работы технических специалистов разного профиля. Один из широко известных инструментов японского менеджмента — хосин канри или развертывание политики. Этот метод предполагает особую декомпозицию целей высшего уровня на цели и задачи, которые будут реализовываться на низовых уровнях управления. Toyota применяет этот метод для разбивки основных параметров автомобиля на задачи по отдельным системам, касающиеся эксплуатационных характеристик, массы, затрат, безопасности и т.д. Чтобы поддержать систему хосин канри и решать незапланированные проблемы, которые в любом случае возникают, Toyota использует предельно простые методы визуальной коммуникации, один из

которых — отчет формата А3 (весь документ должен уместиться на листе формата А3). Существует четыре вида отчетов формата А3: для описания предложений, для решения проблем, отчет о состоянии проекта и отчет об анализе конкурентов.

*Принцип 13:*

*Использовать эффективные инструменты стандартизации и организационного обучения*

Хорошо известный принцип кайдзен гласит: непрерывное совершенствование невозможно без стандартизации. Она обеспечивает усвоение новых знаний, объем которых растет от проекта к проекту. Развиваясь, Toyota разработала ряд действенных инструментов, которые позволяют стандартизировать знания, полученные при реализации того или иного проекта. Обучение идет как на макроуровне, когда руководители проектов обмениваются информацией о процессе разработки в целом, так и при решении отдельными сотрудниками частных технических задач, которые фиксируются в контрольных листках.

Мы кратко перечислили 13 принципов, на которых стоит модель бережливой системы разработки продукции. В следующих трех разделах подробно рассматриваются три подсистемы LPDS, при этом каждому принципу посвящена отдельная глава. В конце каждой главы резюмированы базовые характеристики LPDS для рассматриваемого принципа. В разделе V рассказывается, как Toyota объединяет эти принципы в единую систему разработки продукции, а в главе 17 пойдет речь о том, как претворить теорию в жизнь и, перенимая опыт Toyota, разработать и внедрить собственную целостную бережливую систему разработки продукции.





## Раздел II

---

# **Подсистема «Процесс»**



## Определить, в чем ценность продукта для потребителя, чтобы отличать добавление ценности от потерь

Не производитель, а потребитель решает, что представляет собой наш бизнес. Облик бизнеса определяется не названием компании и не уставом корпорации, а потребностью, которую удовлетворяет потребитель, приобретая товар или услугу. Следовательно, ответить на заданный вопрос можно, лишь взглянув на бизнес с точки зрения потребителя.

*ПИТЕР ДРУКЕР*

Первоочередные задачи любой по-настоящему бережливой системы — понять, что же считает ценным потребитель, и обеспечить создание этой ценности. Однако, когда дело касается разработки продукции, решить эту задачу становится чрезвычайно сложно. Разработка принципиально нового поколения продуктов требует предельно четкого понимания ценности с точки зрения целевого потребителя. Например, потенциальные владельцы RAV4 и Lexus LS430 ценят разные характеристики. Проблему усложняют демографические различия (возраст, место жительства, доход) и личные предпочтения покупателей, которых интересуют машины одного класса. Принять правильное решение в такой ситуации непросто, а любая ошибка может свести на нет все труды проектировщиков.

Покойный Ал Уорд считал, что для эффективной разработки продукции чрезвычайно важно создать новые, прибыльные потоки создания ценности. Для этого нужно решить две задачи: как можно точнее определить ценность с точки зрения потребителя, и при разработке устранять или сокращать потери, которые не добавляют продукту данной ценности.

Существует два основных вида потерь в ходе разработки продукции: 1) связанные с проектом и 2) связанные с процессом разработки. В этой главе рассматривается первая разновидность потерь, в главе 5 пойдет речь о второй. Безотноси-

тельно к виду потерь нужно помнить, что не следует тратить силы или ресурсы, не имея четкого представления о ценности с точки зрения потребителя.

Понимание предпочтений потребителя — основа любой системы разработки продукции. В рамках традиционного подхода к разработкам эти предпочтения выясняются самыми разными средствами, в том числе с помощью изучения конъюнктуры рынка, организации фокус-групп и опросов потребителей. Любой из этих традиционных инструментов позволяет собрать важную информацию о тенденциях рынка и настроении потребителя, но не дает точного представления о ценности с точки зрения потребителя. Поскольку бережливая система разработки продукции опирается именно на потребителя, традиционные инструменты, не позволяющие разграничить добавление ценности и потери, не подходят. Не имея нужных данных, нельзя точно определить ценные для потребителя характеристики, а, не зная этих характеристик, невозможно эффективно распределять ресурсы системы разработки продукции и управлять этими ресурсами. Ниже приводится пример из практики НАС, который помогает уяснить, почему в традиционном подходе к разработке продукции так много потерь.

## **Процесс определения ценности с точки зрения потребителя в North American Car Company**

Любая компания тратит массу времени, пытаясь выяснить, какие характеристики продукта значимы для потребителя. North American Car Company тратит значительные ресурсы, собирая демографические данные, анализируя результаты собраний фокус-групп, проводя бенчмаркинг конкурентов и изучая эксплуатационные характеристики выпускаемых моделей. На основе этих данных верстаются пространные отчеты, описывающие целевого потребителя и приемлемую модель затрат, в которых даются наброски технических характеристик новых моделей. Применяя сложные аналитические инструменты и сопоставляя бизнес-кейсы, НАС оценивает объективные данные, чтобы определить, что и как делать. Однако такой подход имеет ряд недостатков. Одна из проблем заключается в чрезмерном акценте на объективных данных. Проектная команда озабочена в первую очередь цифрами — главным образом финансовыми показателями. Команды, с которыми мы встречались, думали прежде всего о том, как оценит ее работу высший менеджмент. Понятно, что при таком отношении трудно установить эмоциональную связь с потребителем, сложно создавать новый автомобиль в атмосфере всеобщего воодушевления. Основное внимание уделяется не целевому потребителю, а цифрам. Когда этап разработки кон-

цепции остается позади, о потребителе больше не вспоминают. Поэтому, хотя руководителей важнейших проектов в NAC заботит рентабельность инвестиций, они не поддерживают контактов с потребителем, не уделяют должного внимания характеристикам, ценным для потребителя, и не представляют, к каким потерям в ходе проектно-конструкторских работ приводит такой подход.

Как и в других традиционных компаниях, в NAC стараются давать команде только ту информацию (как правило, количественную), которая ей может понадобиться. В результате у команды может так и не сформироваться представления о целях проекта, задачах функциональных подразделений и самой команды. В итоге многие участники весьма смутно представляют задачи собственного подразделения и еще хуже осведомлены о задачах проекта в целом.

Такое недопонимание еще более очевидно на дальнейших этапах, когда группы должны хорошо понимать собственные задачи по созданию автомобиля с учетом требований производства. Объяснить такое положение несложно. NAC не привлекает функциональные подразделения, в частности производственников, к участию в процессе определения ценности. В результате функциональные специалисты, которые подключаются к работе на более поздних этапах, не воспринимают цели проектов NAC как свои собственные, — ведь они не участвовали в их формулировании и не могли высказать свое мнение. В итоге компания оказывается не в состоянии скоординировать действия участников проекта, и каждая функциональная группа ставит перед собой собственные задачи, что порождает неразбериху и конфликты между командами разработчиков. Это мешает NAC создавать ценность для потребителя, вызывает задержки, влечет выплату неустоек и приводит к созданию некачественного продукта.

## **Процесс определения ценности с точки зрения потребителя в Toyota**

Как и NAC, Toyota изучает информацию о качестве и рабочих характеристиках выпускаемых автомобилей, проводит маркетинговые исследования и оценивает продукцию конкурентов, чтобы понять своего потребителя. Однако на этом сходство заканчивается. Определение ценности в Toyota начинается с отбора руководителей проектов. Этот отбор ведется с учетом подготовки и опыта претендентов, которые должны установить эмоциональную связь с целевым потребителем. Как говорит исполнительный вице-президент Косуке Сирамидзу, вице-президент Lexus, гуру в области качества: «Инженер, который не бывал в Беверли-Хиллс, не водил машину по скоростной автостраде, не может участвовать в разработке Lexus».

## **Руководство проектом: роль главного инженера**

Высшая власть при реализации проекта в Toyota принадлежит главному инженеру. Профессионал высокого класса, главный инженер должен четко представлять, что ценит потребитель, как значимые для него параметры согласуются с техническими характеристиками будущего автомобиля. Чтобы получить такое представление, главные инженеры Toyota и подчиненный им персонал (группа главного инженера) не останавливаются ни перед чем. Можно привести забавный пример того, с каким рвением главные инженеры Toyota решают эту задачу. Один из них поселился в семье целевых потребителей на юге Калифорнии, чтобы изучить стиль жизни «поколения X» и поближе познакомиться с потенциальными покупателями RAV4. При разработке весьма успешной модели Sienna 2003 года, главный инженер вместе со своей командой проехал на прошлой модели мини-вэна 50 000 миль по Канаде, США и Мексике. Совершив это путешествие, он на собственном опыте понял, что важно для водителя мини-вэна в Северной Америке. На территории каждой страны он выявлял новые возможности улучшения автомобиля. В результате салон Sienna сделали достаточно просторным, чтобы в нем могли уместиться цельные листы клееной фанеры, радиус поворота уменьшили, установили дополнительные держатели для чашек и повысили устойчивость машины к боковому ветру. Это лишь некоторые из усовершенствований, которые были внесены благодаря опыту, приобретенному главным инженером.

Подобные действия главных инженеров говорят о том, что процесс определения ценности и анализ эксплуатационных характеристик автомобиля в Toyota служат важными инструментами изучения потребительской ценности. Членов группы главного инженера обучают навыкам оценки автомобилей и профессиональному вождению, что позволяет им выявлять проблемы и изыскивать возможности совершенствования, сидя за рулем автомобиля.

Когда ясно, в чем состоит ценность, следует: 1) информировать о ней все команды, занятые в проекте и 2) преобразовать понятие ценности в содержательные, измеримые цели, которые позволят поставить конкретные задачи перед каждым членом команды.

## **Этапы создания ценности для потребителя**

Хотя процесс проектирования включает множество этапов и в нем участвует масса людей, основную ответственность за создание ценности для потребителя несет главный инженер. Он информирует команду о том, в чем состоит ценность с точки зрения потребителя, каковы основные параметры автомобиля и увязывает воедино задачи команды по достижению целевых показателей. Этот

этап начинается с составления концепции проекта — документа, в котором главный инженер излагает идею нового автомобиля. Объем этого документа редко превышает 25 страниц, а на его составление обычно уходит несколько месяцев. Он содержит количественные и качественные цели, касающиеся эксплуатационных и иных характеристик будущего автомобиля, затрат и качества. Вклад в создание документа вносит множество людей, но его составлением занимается главный инженер. Презентация концепции проводится в большом конференц-зале и фактически означает начало работы.

По-японски концепция проекта (как и другие документы, которые составляет главный инженер) называется сидзисё, что в буквальном переводе означает «прямой приказ»\*. Концепцию проекта главного инженера действительно можно сравнить с приказом в армии. Представленная концепция подводит итог длительному обсуждению, сбору информации и поискам консенсуса и после утверждения исполнительными директорами компании приобретает силу закона.

После утверждения концепции начинается следующий этап процесса создания ценности для потребителя — для всех функциональных команд, участвующих в проекте, нужно определить задачи, которые позволят реализовать концепцию главного инженера. Основные параметры автомобиля в целом должны быть переведены в конкретные, измеримые задачи, которые предстоит решать дизайнерам и инженерам, занимаясь общей компоновкой, разработкой кузова, штампов и т.д. Цели высшего уровня разворачиваются в виде совокупности согласованных задач, стоящих перед командами — участниками проекта. Эта многоуровневая система взаимоувязанных задач дает возможность выстроить иерархию ценности. Продвигаясь к нижним уровням этой иерархии, команда главного инженера декомпозирует общие целевые показатели автомобиля на более детальные характеристики, которые связаны с теми или иными конкретными действиями. Этот процесс позволяет каждой функциональной группе Toyota увидеть ситуацию с точки зрения внутреннего потребителя. (Далее в этой главе приводится несложный пример *процесса декомпозиции ценности*, который представляет собой слабоструктурированный, редукционистский подход к выстраиванию иерархии ценности при разработке продукции.)

Затем *команды разработки модулей* (MDT, Module Development Teams), отвечающие за отдельные подсистемы автомобиля, собираются, чтобы определить конкретные, измеримые цели для каждой подсистемы и проинформировать о них группу главного инженера. В ходе этого обсуждения, которое проходит

---

\* Существует две разновидности сидзисё. Сидзисё типа А довольно пространны, в них описываются цели и задачи общего характера, определяются тенденции и целевые показатели массы, эксплуатационных качеств и затрат подобно концепции проекта. Сидзисё типа В касаются частных вопросов, например решения о количестве опытных образцов, или, если речь идет о двигателе, — о типе его крепления.

довольно бурно, команды разработки модулей руководствуются принципом защиты интересов потребителя, а главный инженер выступает как главный представитель этих интересов. В итоге команды формулируют конкретные задачи, решение которых позволит создать автомобиль с заданными эксплуатационными характеристиками. Происходящее очень похоже на метод немаваси (поймай мяч), который используется в рамках хосин канри. Данный метод призван вовлечь в работу всех участников процесса и скоординировать их действия в ходе непредвзятого обмена мнениями, что позволяет поставить достижимые, но достаточно амбициозные цели. Такой подход заставляет каждого сделать все для создания ценности для потребителя и не позволяет отдельным членам команды бороться за совершенствование собственной подсистемы в ущерб оптимизации системы в целом. Итоговая формулировка поставленных целей, а также текущие значения параметров вывешиваются на видном месте. Достижение целевых показателей — один из критериев эффективности работы участников проекта, каждый из которых вносит непосредственный вклад в создание ценности с точки зрения потребителя.

Следующий этап процесса требует активного межфункционального сотрудничества команды разработки модулей для выработки конкретных стратегий и определения *плановых показателей ценности*. При этом каждая команда берет на себя конкретные обязательства. Ориентируясь на плановые показатели, команды разработки модулей совместно изучают качество и эксплуатационные характеристики выпускаемых моделей автомобилей, анализируют продукцию конкурентов, выявляя ее недостатки, и навещают дилеров, чтобы наладить обратную связь с потребителем. Кроме того, они посещают собственные производственные предприятия и заводы конкурентов, чтобы изучить процесс изготовления продукции и побеседовать с операторами о качестве и эффективности производства. Такой подход — пример реализации принципа генти генбуцу (увидеть своими глазами), описанного в книге «Дао Toyota». Этот принцип — одно из важнейших условий создания бережливой системы разработки продукции.

Важно понимать, что, отправляясь на место событий, межфункциональные команды разработки модулей должны четко представлять свои задачи, которые подчинены стратегическим целям, поставленным главным инженером. Поскольку команды разработки модулей подключаются к решению вопросов создания ценности на ранних стадиях процесса, когда концепция будущего автомобиля еще максимально гибка, они имеют возможность обмениваться информацией и согласовывать свои действия с дизайнерской студией, конструкторским бюро, технологическим и производственным отделами. При этом выявляется масса потенциальных возможностей для совершенствования идей, связанных с разработкой. (К этой теме мы вернемся в следующей главе.)



## **Конкретная ситуация: Команда разработчиков кузова Lexus уменьшает допустимый предел погрешности вдвое**

История Lexus дает простой пример выстраивания иерархии ценности и процесса декомпозиции ценности. Ведущим принципом создания бренда Lexus было *неустанное стремление к совершенству*. Однако на первых порах данные обратной связи говорили о том, что среди машин класса «люкс» потребители явно предпочитают автомобили BMW и Mercedes, разработанные в Германии и отличающиеся безупречным качеством. Именно эти компании были основными конкурентами для Lexus. Чтобы выйти на новый уровень качества, отвечающий запросам потенциальных покупателей Lexus, команда поставила цель снизить допустимый предел погрешности вдвое. Чтобы обеспечить достижение этой цели, группа разработки кузова должна была решить конкретную задачу — уменьшить зазоры между панелями кузова по отношению к действующему стандарту и вдвое снизить допустимое отклонение от величины зазора. В то время многие считали такой уровень точности изготовления деталей кузова недостижимым.

Команда Lexus понимала, что уменьшение зазоров благотворно скажется на аэродинамике автомобиля и значительно снизит шум при движении. Кроме того, это значительно улучшит внешний вид автомобиля и качество его исполнения, а именно эти параметры имеют решающее значение для владельцев машин класса «люкс». Перед командой разработки модулей, которая отвечала за узлы кузова (в частности, капот, двери и крышку багажника), стояла чрезвычайно сложная задача. Помимо уменьшения зазоров и снижения вариации, им следовало учитывать удобство открывания и закрывания. Межфункциональная команда первым делом внимательно изучила двери двух главных конкурентов. Члены команды выявили две проблемные зоны, которые видны на графике (рис. 3-1).

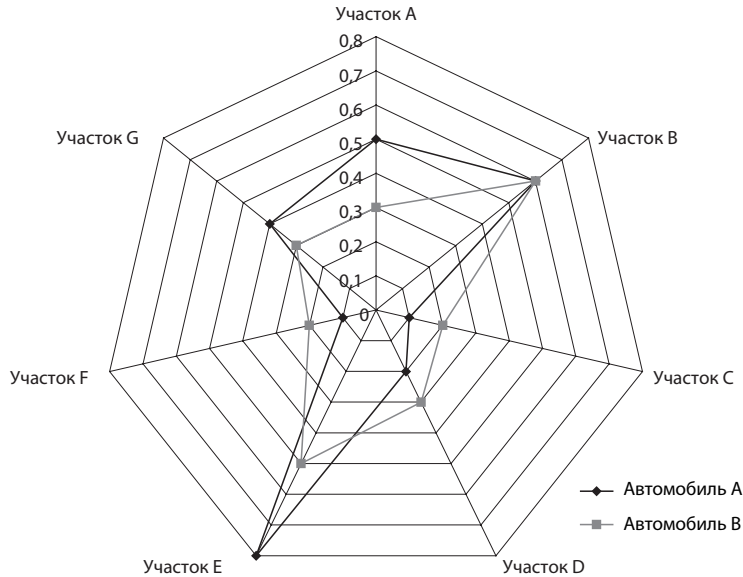
Проблемные зоны на графике соответствуют участкам двери, выделенным на рис. 3-2. Поскольку именно эти зоны определяют различия между изделиями, команда занялась их исследованием.

Как показывает рис. 3-2, верхняя и нижняя секции двери имеют сопоставимые вариации по зазорам. Максимальные различия между двумя дверьми выявлены на участке А, в зоне передней кромки двери, и на участке Е, в зоне задней кромки двери. В процессе производства периметр двери формируется завальцовкой края внешней панели двери, как показано на рис. 3-3.

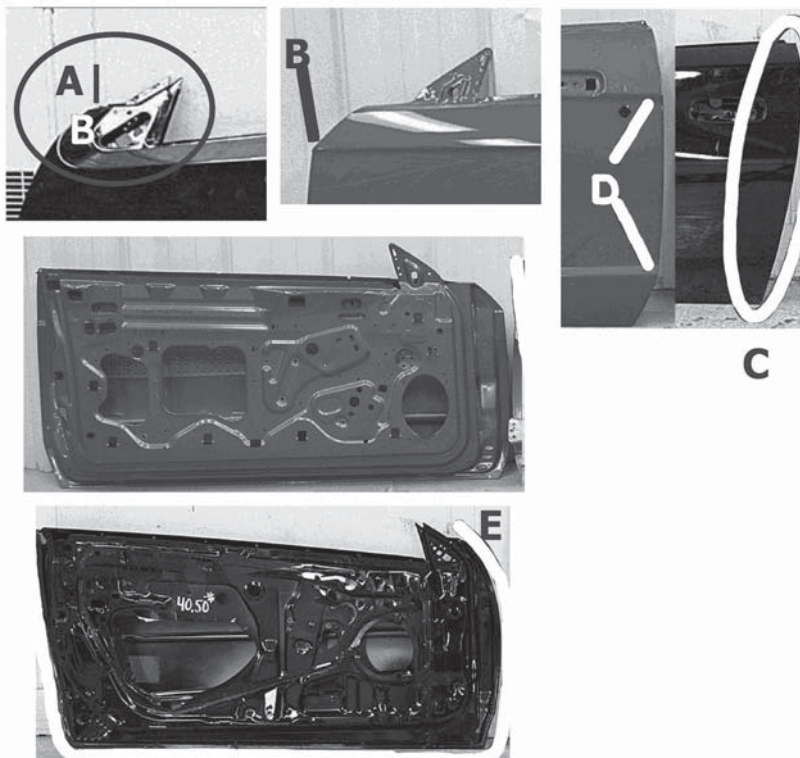
Хотя на первый взгляд передние кромки дверей похожи, внимательное изучение позволило выявить несколько важных различий. Острый излом кромки двери Lexus в точке А мог привести к деформации данного участка при завальцовке и стать причиной вариации зазоров между панелями кузова.

Периметр двери компании-конкурента представлял собой полого поднимающуюся кривую, что сводило деформацию материала к минимуму. В той же зоне было обнаружено, что боковая линия кузова, пересекающая дверь, разрывает кромку и создает дополнительную возможность для деформации.

### Сравнение кромок передней двери

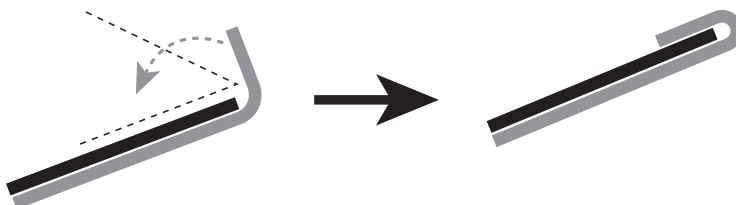


**Рис. 3-1.** График для сравнения кромок передней двери



- A. Передняя кромка двери продолжает контур зеркала
- B. Боковая линия кузова поднимается к точке крепления зеркала и не пересекает ребро
- C. Более плавный (дугообразный) контур задней кромки двери
- D. Острые изломы поверхности автомобиля A
- E. Скос кромки по контуру внутренней панели автомобиля B обеспечивает стабильность размеров и идеальное прилегание дверей

**Рис. 3-2.** Сравнение с помощью графика



**Рис. 3-3.** Завальцовка

В автомобиле компании-конкурента боковая линия кузова уходила вверх и сливалась с точкой крепления зеркала, не пересекая кромку.

Те же самые факторы команда разработки модулей обнаружила, исследуя заднюю кромку двери: две боковые линии кузова упирались в завальцованный край, а кромка верхней секции двери имела острый излом. Собранная информация позволила команде изменить конструкцию и добиться уменьшения зазоров между панелями кузова. Кроме того, команда обратила внимание на миллиметровый скос кромки по контуру внутренней панели двери (участок Е). Члены команды пришли к выводу, что такая форма кромки повышает качество изготовления дверей, улучшает их прилегание и снижает вариацию зазоров. На данном этапе было совсем не сложно внести в конструкцию подобное изменение.

Затем команда разработки модулей посетила производственное предприятие, на котором осуществлялась завальцовка дверных панелей. Понаблюдав за происходящим и побеседовав с операторами, разработчики внесли еще одно усовершенствование. Изменив условия выполнения операции и уменьшив ширину припуска наружных панелей, они добились более жесткого контроля процесса завальцовки, что позволило снизить вариацию и уменьшить зазоры между панелями. В ходе дальнейших производственных испытаний команда определила оптимальный размер припуска и наилучшие условия выполнения операции, которые обеспечивали максимальную эффективность соединения деталей и минимальный постоянный зазор.

Вариация припусков, равномерность зазоров и точность стыковки панелей отслеживались на протяжении реализации проекта и внимательно проверялись при поэтапной оценке проекта, а результаты всех проверок документировались. Команда разработала систему измерения целевых показателей (зазор 4 мм и вариация), определила средства решения проблем (изменение конструкции, ширина припуска, условия, предшествующие завальцовке) и на протяжении всего проекта отслеживала результаты и принимаемые меры, вывешивая несложные графики там, где собиралась проектная команда. Отслеживая результаты и принимаемые меры, команда могла оперативно проверить, используются ли соответствующие методы и средства решения проблем и позволяют ли они улучшить результаты. Коллективно решая отдельные задачи добавления ценности для потребителя, команда сумела создать автомобиль класса «люкс», который превзошел стандарты своего времени. Наверняка многие читатели помнят рекламный ролик Lexus, демонстрирующий качественно новый уровень точности изготовления автомобиля, — по кузову катится шариковый подшипник, беспрепятственно минуя стыки панелей.

Чтобы добиться непревзойденного качества разработки продукции, руководителям проекта нужен метод, который позволяет ставить перед всеми членами команды конкретные согласованные задачи и координировать работу всех функциональных групп (команд разработчиков), участвующих в создании ценности для потребителя. Команды берут на себя обязательства по выполнению поставленных целей на ранних этапах проекта, а это обеспечивает осмысленное участие, дает возможность устранить потери в ходе проектно-конструкторских работ и наладить стабильный процесс создания ценности на производстве.

## Почему этот принцип стал первым?

Данный принцип системы бережливой разработки продукции показывает, как важно четко определить ценность с точки зрения потребителя, проинформировать о ней проектную команду и декомпозировать общие цели на отдельные задачи. *Определить, в чем ценность с точки зрения потребителя и разбить ее на составляющие — первый и чрезвычайно важный этап при формировании процесса бережливой разработки продукции.* Чтобы воплотить базовое представление о ценности с точки зрения потребителя в жизнь, вам будет нужен сильный руководитель по типу главного инженера, который поставит стратегические цели и на ранних стадиях проекта свяжет их с конкретными задачами межфункциональных команд. В Toyota считают, что очень важно дать команде разработки модулей время, чтобы выявить, обдумать и проанализировать возможные варианты. Без этого невозможно успешно достичь главных целей создания автомобиля, поставленных группой главного инженера.

Кроме того, определяя ценность с точки зрения потребителя, вы разграничиваете работу по добавлению ценности и потери. Именно на ранних этапах процесса разработки продукции компания имеет максимальные возможности улучшить конечный продукт. При бережливой разработке, так же как и при бережливом производстве, цель — устранить операции, не добавляющие ценности потребителю.

В главе 5, посвященной третьему принципу LPDS, рассказывается о том, как в Toyota минимизируют второй тип потерь, которые возникают в процессе разработки продукции. Toyota добивается этого, обеспечивая правильный старт процесса разработки силами опытных специалистов из разных функциональных подразделений. Они занимаются самыми важными и сложными вопросами разработки, заблаговременно выявляя и решая потенциальные проблемы.

***Резюме принципа 1***  
***Определить, в чем ценность продукта***  
***для потребителя, чтобы отличать добавление***  
***ценности от потерь***

Бережливая система разработки продукции начинается с потребителя. Сначала нужно определить ценность с точки зрения потребителя, учитывая особенности конкретного продукта. Затем информацию об этой ценности (еще до начала работ) следует без потерь донести до всех участников процесса. Основное внимание в работе лидеров уделяется самому продукту и ожиданиям потребителя, после чего начинается тщательное исследование конкурентов и глубокий технологический анализ. Главный инженер излагает свое представление о концепции будущего автомобиля, после чего все команды, отвечающие за разработку подсистем, формулируют согласованные, достижимые цели, которые утверждаются главным инженером. Движение к этим целям отслеживается на протяжении всего проекта.

## Обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты

Обязанность руководителя — не допускать, чтобы решения принимались слишком быстро. Если же решение принято, мы можем изменить его лишь в случае крайней необходимости

*ГЕНЕРАЛЬНЫЙ МЕНЕДЖЕР ТОЙОТА ПО РАЗРАБОТКЕ КУЗОВА*

Самая большая возможность повлиять на успех проекта имеется в начале работы. Чем дальше от начала, тем больше ограничений накладывается на принятие решений. По мере реализации проекта пространство проектных решений заполняется, деньги тратятся и смена курса становится все более дорогостоящей и трудоемкой и наносит ущерб целостности изделия.

Эмпирические данные показывают, что неудачные решения на ранних этапах процесса отрицательно сказываются на затратах и сроках и их негативное воздействие возрастает экспоненциально по мере реализации проекта. Это знают все, но очень немногие, включая Toyota, понимают, как воспользоваться уникальными возможностями правильного старта и разумно вложить средства на раннем этапе.

Второй принцип модели LPDS, *обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты*, — основа безупречной реализации проекта. Этот принцип сравним с народной мудростью: *семь раз отмерь, один — отрежь*. Он подчеркивает ценность основательной подготовки и заставляет проектную команду сконцентрировать усилия на начальном этапе работ. Хотя первоначальные планы часто меняются, продуманное планирование жизненно важно для успеха проекта по бережливой разработке продукции.

Принцип действует на протяжении всего процесса планирования. Он помогает объединить самых квалифицированных и талантливых инженеров из всех функциональных подразделений, которые совместно обдумывают важные детали проекта, выявляют потенциальные проблемы с учетом накопленного опыта, разрабатывают точные планы и определяют контрмеры, применяя системный подход. Все эти меры жизненно важны для успеха проекта и развития бережливой системы разработки продукции.

Девиз Toyota в области разработки продукции — «тщательно планируй, точно выполняй», ведь именно тщательное планирование позволяет Toyota обеспечить исключительную слаженность процесса разработки продукции. На этой стадии проекта компания должна привлечь лучшие ресурсы для правильного старта.

Поскольку правильный старт позволяет устранять первопричины проблем на ранних этапах процесса, он помогает избежать запоздалых изменений на последующих стадиях, — традиционной проблемы разработчиков. Такие изменения обходятся очень дорого и, обеспечивая частичную оптимизацию, снижают качество продукта и общие результаты. Запоздалые технические изменения подобны латанию дыр на скорую руку и не имеют ничего общего с непрерывным совершенствованием. Такие изменения представляют собой наихудшую разновидность потерь. Согласно философии бережливого производства, работа по непрерывному совершенствованию начинается на ранних стадиях проекта. Правильный старт дает возможность в значительной мере взять под контроль вариацию, присущую процессу разработки продукции. Поскольку вариация на ранних стадиях разработки продукции порождает максимальные очереди и задержки в работе других систем на этапе выполнения работ, Toyota стремится изолировать или минимизировать вариацию на начальных этапах процесса одним из двух способов:

1. Стандартизовать компоновку, процессы и конкретные виды деятельности и предельно точно формулировать цели и задачи.
2. Выделить начальный этап разработки продукции (кенто) для решения проблем, разрешения конфликтов, выявления первопричин вариации и ее изоляции. Это позволяет участникам сосредоточиться на выполнении конкретных задач.

Дальнейшее рассмотрение начальных этапов разработки разбито на две части. В первой пойдет речь о том, как Toyota использует правильный старт применительно к группе проектов, превращая этот этап в «фабрику идей», и создает условия, в которых любой проект имеет максимальные шансы на успех. Здесь же рассказывается о том, какие преимущества дает Toyota использование платформ, унификации конструкции и единых компонентов, а также



как компания распределяет общие ресурсы и оценивает новые технологии, сводя к минимуму вариацию и неопределенность при разработке продукции. Во второй части приводятся примеры правильного старта при реализации отдельных проектов. Рассматривается этап, который в Toyota называют кенто или этап изучения, наряду с другими важными концепциями, в частности мидзен боси (встроенное качество). Кроме того, в этой главе освещается параллельное проектирование на базе альтернатив, которое предполагает одновременное рассмотрение ряда проектных и производственных решений с последующим сужением круга возможных вариантов. Данный подход помогает учитывать внешние условия, повышает практическую осуществимость разработки, позволяет избежать запоздалых технических изменений, способствует выявлению и решению проблем на самых ранних этапах и гарантирует, что отличительные черты продукта, в том числе возникшие в результате компромиссов, которых не избежать при разработке продукции, определены осмысленно. Глава завершается рассмотрением принципа «правильный человек, правильная работа, правильный момент», который призван охладить пыл некоторых компаний сделать слишком много слишком быстро. Такая тактика ведет к перепроизводству и порождает чудовищные потери, поскольку на более поздних этапах процесса неизбежно возникает необходимость массовой переделки из-за того, что ранее были приняты неверные решения.

## **Правильный старт как фабрика идей: разработка разных продуктов на основе единой платформы**

Каждый отдельный проект по разработке определяет лишь малую толику ассортимента продукции компании и служит одним из элементов единой стратегии разработок. Чтобы добиться успеха, предприятие должно эффективно применять то, что Кусумано и Нобеока (Cusumano and Nobeoka, 1998) называют управлением несколькими проектами, — стратегией оптимизации общих ресурсов для одновременной реализации множества проектов. Это эффективный способ разрешения технических трудностей при разработке сложных и разнообразных продуктов.

Проекты разработки продукции могут быть самыми разными. Одни связаны с выдающимися техническими достижениями и изобретениями мирового уровня, другие сводятся к регулярной модернизации существующих продуктов. Можно выделить четыре категории разработки новых продуктов.

1. *Разработка революционного продукта, который представляет собой радикально новое изделие или технологию.* В этом случае продукт со-

здается с нуля. Это самый редкий вид проектов в автомобилестроении, как и в любой другой зрелой отрасли.

2. *Создание новой платформы, которая требует качественно новых систем и компонентов.* В автомобильной промышленности к ним может относиться новый двигатель, трансмиссия, шасси, днище кузова, система вентиляции и кондиционирования воздуха, электрика. Реализация подобного проекта приводит к созданию нового автомобиля, изготовление которого требует совершенствования существующих систем и часто — их инновационной комбинации. Такие проекты тоже довольно редки, в особенности в Toyota, где делают все, чтобы сохранить единую платформу для производных моделей.
3. *Разработка производного продукта, создаваемого на основе существующей платформы.* В автомобильной промышленности для создания производных моделей может понадобиться новый дизайн кузова, салона, синтез технологий второстепенного характера, новый тип отделки и декоративных элементов. Данная разновидность продуктов получает все большее распространение в автомобилестроении.
4. *Пошаговое совершенствование продукта.* В автомобильной промышленности речь может идти о новой отделке, новых видах покрытий, замене отдельных панелей кузова или салона или обновлении применяемых технологий. Подобных «омолаживающих процедур» в свое время было вполне достаточно для модернизации выпускаемых моделей, однако обострение конкуренции, ускорение смены технологий и повышение информированности потребителей сделали этот подход менее жизнеспособным как в автомобильной промышленности, так и во многих других отраслях, выпускающих продукты на единой платформе.

Ниже и в следующих главах речь пойдет главным образом о третьем виде проектов. Мы покажем, что Toyota стремится обеспечить *правильный старт процесса разработки на самых ранних стадиях и досконально изучать альтернативные варианты.*

## **Производные модели на основе существующих платформ**

Решающее значение для реализации проектов этой категории имеют стандартные производственные процессы, надежные платформы и хорошо продуманная унификация конструкции. Все эти факторы позволяют повысить

темпы разработки, снизить затраты и заметно улучшить качество автомобиля. Существует много определений платформы автомобиля, но обычно считается, что она включает как минимум следующие компоненты: силовой агрегат (двигатель и трансмиссия), кузов, состоящий в свою очередь из передней и задней частей и днища, передняя и задняя оси и подвески, рамы и подрамники, электрооборудование и тормозная система, бамперы и топливный бак. Эти компоненты составляют механическую систему автомобиля, или его «внутренности». Большая часть затрат приходится именно на эти компоненты, они же определяют общую функциональность, эксплуатационные характеристики и надежность легкового автомобиля, грузовика или внедорожника. Поскольку поведение машины при столкновении зависит от конструкции передней и задней частей кузова, использование единой платформы позволяет сократить количество повторных испытаний. Таким образом, в контексте бережливого предприятия разумно заниматься разработкой стандартных платформ, которые в значительной мере определяют качество и надежность автомобиля и совместимы с разными кузовами и салонами. Хотя потребитель не видит платформу и не знаком с принципами данного подхода, такой метод обеспечивает качество и надежность автомобиля, что привлекает потребителя. В Toyota в полной мере используют платформенный подход для совершенствования разработок.

В качестве примера можно привести подход Toyota к уменьшению шума и вибрации, так как эти параметры существенно влияют на ценность автомобиля с точки зрения потребителя. На уровень шума и вибрации, воспринимаемых потребителем, влияет способ установки двигателя, и с точки зрения Toyota это одна из определяющих характеристик платформы. Когда платформа проходит испытания и получает одобрение, она становится основой для создания самых разных производных моделей. Toyota подходит к использованию платформ очень гибко, меняя их габариты в зависимости от модели. Так, хотя Camry, Sienna Minivan и Avalon имеют различные размеры и на первый взгляд представляют собой совершенно разные машины, они построены на одной платформе. При этом все составляющие платформы, от днища кузова и силового агрегата до деталей из листового металла и внутреннего оборудования, адаптированы к требованиям конкретной модели. На самом деле в разных автомобилях нет ни одной одинаковой детали из листового металла.

Одна из причин, по которым Toyota выгодно отличается от своих конкурентов по количеству моделей, изготавливаемых на базе единой платформы, в том, что она разрабатывает платформы, рассчитывая использовать их длительное время — до 15 лет. В среднем на основе одной платформы компания производит семь разных автомобилей. Toyota уделяет самое пристальное

внимание *заблаговременной* разработке надежных в эксплуатации и максимально гибких платформ, что позволяет использовать готовые платформы при выполнении отдельных проектов. Разработка платформ *опережает создание конкретных автомобилей*. Благодаря подобной практике автомобили Toyota славятся надежностью и безопасностью. Кроме того, такой подход резко сокращает время и затраты на разработку продукции, а порой и избавляет от необходимости создавать опытные образцы.

Помимо использования общих платформ, Toyota уделяет много внимания единству геометрических характеристик автомобилей. Компания выявляет оптимальную конфигурацию, форму и типы отверстий в отштампованных из листового металла панелях, которые позволяют повысить эффективность производства (или безопасность при столкновениях). Выявленные параметры стандартизируются для нескольких модельных рядов или разных поколений одной модели. К значимым геометрическим характеристикам такого рода относятся параметры внутренних панелей капотов и дверей, плоские поверхности и отверстия для установки деталей при сборке в кузовном цехе и отношение высоты деталей к ширине.

Кроме того, стандарты Toyota оставляют простор для творчества, — основное внимание уделяется характеристикам невидимых деталей, а там, где это возможно, используются показатели соотношения и *кривые компромиссных характеристик*. Это позволяет разработчикам проявлять максимальную гибкость при принятии решений. Данные стандарты закреплены в многочисленных документах, которые более подробно рассматриваются в главах 6 и 15. Пока важно подчеркнуть, что информация, которая содержится в этих документах, доступна участникам всех проектов и служит важным средством обмена знаниями и опытом, накопленными при выполнении других проектов. Все эти приемы позволяют резко сократить длительность обучения при реализации отдельных проектов и высвобождают время и ресурсы, что дает проектным командам возможность решать дополнительные задачи и изучать альтернативные варианты в период старта процесса разработки.

## Долгосрочное технологическое планирование

Хотя платформы и унификация важны для создания автомобиля, основная задача разработчиков — создать оригинальный, современный продукт, который заставит потребителя потратить заработанные нелегким трудом деньги. Как отмечалось выше, чрезмерная унификация может привести к тому, что похожие друг на друга изделия будут пылиться в демонстрационных залах, не привлекая внимания покупателей. Опираясь на преиму-

щества унификации — качество, высокие темпы разработки и низкие затраты, — бережливая система разработки продукции должна обеспечивать создание оригинальных продуктов, привлекательных для потребителя. Только так бережливое предприятие сможет наладить устойчивый поток современных продуктов и добиться стабильного притока потребителей. Это требует долгосрочного технологического планирования, важнейшей предпосылки инноваций.

Toyota черпает инновационные идеи и изыскивает новые технологии, обращаясь к самым разным источникам: собственным НИОКР, опыту поставщиков, командам прорыва и даже конкурентам. Компания регулярно проверяет все модели на возможность применения в них результатов новых исследований и разработок и организует НИОКР по отдельным моделям с учетом мнений потребителей. Все основные поставщики участвуют в регулярном анализе технологий, — такое участие обязательно для любой компании, которая хочет остаться основным поставщиком. Команды прорыва — это небольшие, мобильные формирования, которые целенаправленно работают над технологическими инновациями, решая существующие или потенциальные проблемы. Примером эффективности работы таких формирований служит создание Prius. В данном случае перед командой прорыва была поставлена задача — создать концепцию автомобиля XXI века и новый процесс разработки продукции (см. главу 7). И наконец, Toyota постоянно анализирует инновации конкурентов, чтобы выбрать из них те, которые согласуются с ее внутренними стратегиями создания автомобилей. Команды анализируют идеи из перечисленных источников, отбирая те, которые соответствуют стратегическим целям и требованиям модельного ряда (то есть могут использоваться в разных автомобилях).

Toyota разработала процесс оценки и отбора идей, развития концепций и запуска перспективных проектов в производство. Этот процесс осуществляется ежегодно, что обеспечивает устойчивые и целенаправленные инновации для каждой модели. В ходе этого процесса, дополняющего процесс разработки, Toyota оценивает готовность идей и технологий к внедрению и их соответствие корпоративным требованиям, включая проектирование, производство, маркетинг и планирование ассортимента продукции. Любая новая технология должна пройти тщательную проверку перед тем, как будет признана годной для использования в конкретной модели. В Toyota внимательно следят, чтобы все технологии и концепции были досконально изучены перед внедрением. Как правило, компания не разрабатывает новых технологий для реализации отдельных проектов и чрезвычайно требовательна к поставщикам, которые активно внедряют

новые технологии, — по мнению Toyota, любое такое внедрение должно быть оправдано и обосновано достоверными данными. При этом Toyota всегда держит в запасе испытанные технологии, которые ждут своего часа. Где и когда можно воспользоваться этими технологиями, решают главные инженеры, ведь именно они знают, что нужно потребителю и какой должна быть модель в целом.

Использование единых платформ, стандартизация и высокие темпы работы позволяют Toyota регулярно внедрять новые технологии. Если технология не прошла надлежащей проверки к моменту разработки концепции автомобиля, ее могут использовать в одном из следующих проектов. Высокие темпы разработок гарантируют, что это время скоро придет.

У главных инженеров Toyota вырабатывается особое чутье — они знают, до какой степени следует изменить ту или иную модель. Первым делом они думают о том, как сохранить неизменной большую часть деталей и узлов автомобиля и наилучшим образом использовать имеющееся оборудование, и лишь после этого задумываются, где и как внедрить новую технологию. Такая система — прямая противоположность подходу, принятому в НАС и других компаниях, которые привыкли начинать «с чистого листа».

Нужно отметить еще одну особенность организационной структуры Toyota. Помимо главных инженеров, которые определяют, где и с какой целью будет использоваться апробированная технология, Toyota располагает группой ведущих инженеров, которая функционирует как автономное формирование, но поддерживает тесную связь с центрами по разработке автомобилей. Ведущие инженеры не участвуют в текущей работе. Им предоставлено право формировать общий облик брендов, что чрезвычайно важно для всесторонней оценки пригодности технологии.

Может сложиться впечатление, что Toyota — негибкая, инертная компания, которая чинит препятствия новым технологиям. На самом деле все наоборот — стратегия компании нацелена на технологические инновации, инициатором внедрения которых нередко становится главный инженер. При создании некоторых моделей внедрение новых технологий становится одной из основных задач. К таким автомобилям относятся Lexus и японская версия Crown. При работе над этими моделями осваивается целый комплекс новых технологий, что требует тесного контакта главного инженера с исследовательской группой. Со временем эти технологии начинают применять и в более дешевых моделях. Взаимодействие между разработчиками технологии и руководством проекта, строгая оценка технологии, которую компания включает в свой арсенал, гарантируют, что после того, как технология будет готова к внедрению, главный инженер очень быстро найдет ей применение при реализации того или иного проекта.

## **Правильный старт при реализации отдельных проектов: внешний вид автомобиля и техническая осуществимость**

Дизайн внешнего облика автомобиля — один из наиболее творческих видов деятельности в процессе разработки. Дизайн влияет на привлекательность автомобиля, а следовательно, и на продажи. При этом стилевое решение должно учитывать дальнейшую работу по реализации проекта, поскольку оно влияет на конструирование и изготовлении автомобиля. Художественно-конструкторское решение в любой системе разработки продукции — это сплав науки и искусства.

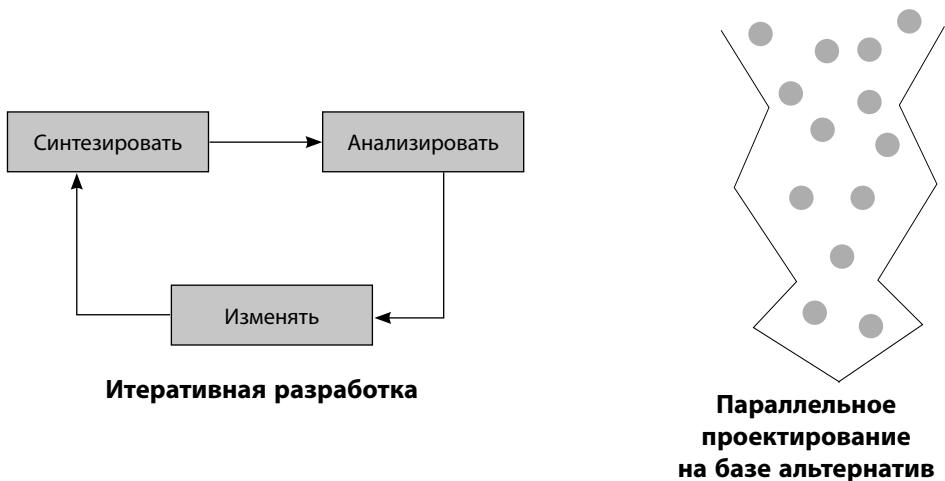
Дизайнерские студии Toyota в Европе, Азии и Северной Америке состязаются между собой, стремясь создать неповторимый облик новой машины с учетом требований проектирования и принципов производственной системы Toyota. Процесс дизайна начинается с создания серии эскизов, на основе которых изготавливается множество глиняных моделей в уменьшенном масштабе. Цель такой работы — воплотить в облике машины концепцию главного инженера. Работа над обликом автомобиля при модернизации существующих моделей (наиболее распространенный в автомобильной промышленности вид проектов) требует, с одной стороны, придать автомобилю новые, оригинальные черты, а с другой — сохранить его генетический код, неповторимые особенности внешнего вида, которые отличают данную модель от прочих. В итоге изготавливаются две–четыре глиняные модели автомобиля в натуральную величину. В этот период группа главного инженера продолжает применять принцип генти генбуцу, регулярно посещая дизайнерские студии и обеспечивая участников процесса информацией и данными анализа. В этот период главный инженер старается собрать мнения как можно более широкого круга сотрудников компании (для соблюдения конфиденциальности) о достоинствах и недостатках альтернативных моделей.

## **Параллельное проектирование на базе альтернатив**

Изучение множества альтернативных вариантов при работе над обликом автомобиля — это пример *параллельного проектирования на базе альтернатив* (SBCE, *Set-Based Concurrent Engineering*). Этот термин был предложен группой ученых и преподавателей Мичиганского университета (Ward, Liker, Sobek, Cristiano, 1995), которые, изучая процесс работы в Toyota, отметили, что в компании тщательно изучают широкий круг альтернатив, последовательно сужая число возможных вариантов, пока не будет сделан окончательный выбор. Позднее об использовании этого подхода при проектировании кузова

писал Морган (Morgan, 2002), рассказывая о периоде кенто. На этом этапе в Toyota создаются и анализируются сотни кентодзу (эскизных чертежей), пока не вызреет единое конструкторское решение.

Показать, что такое параллельное проектирование на базе альтернатив, можно с помощью несложного графика (см. рис. 4-1). На ранних этапах исследования группа ученых Мичиганского университета беседовала с множеством инженеров, работающих в американских и японских автомобильных компаниях, в том числе с инженерами Toyota. В ходе этих бесед все инженеры (за исключением сотрудников Toyota) говорили о той или иной версии итеративной разработки. На раннем этапе дизайна рассматривается множество вариантов. После сужения круга альтернатив высшее руководство выбирает глиняную модель и поручает инженерам проработать проект и обеспечить подготовку производства. Как правило, инженеры обнаруживают, что данное дизайнерское решение имеет массу проблем с точки зрения функциональности (например, аэродинамики) и требуют исправлений, каждое из которых последовательно приближает к цели. Так продолжается до завершения процесса разработки. Иногда инженеры, не мудрствуя лукаво, вносят изменения в дизайнерское решение, чтобы «заставить его работать». Затем за дело берутся специалисты по инструментам и технологической оснастке и выявляют новые проблемы, связанные с дизайнерским решением, после чего дебаты возобновляются, порой приводя к острейшим конфликтам. Понятно, что многократное повторение данного цикла позволяет оптимизировать дизайн лишь отчасти и ведет к напрасной трате времени и ресурсов компании.



**Рис. 4-1.** Две модели проектирования



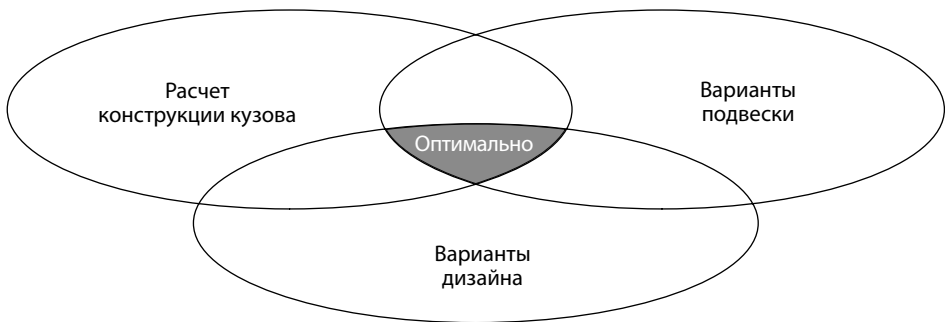
Изучая систему разработки продукции в Toyota и беседуя с инженерами компании, исследовательская группа обнаружила, что компания не ограничивается процессом итеративной разработки и не страдает от разорительных последствий его применения. Примером процесса бережливой разработки продукции в Toyota может служить создание Prius, автомобиля с гибридным двигателем. Президент Окуда задал весьма жесткие сроки для создания этой модели, хотя речь шла об автомобиле с совершенно новым типом привода. Конечно, главный инженер Такеси Утиямада мог пойти в обход установленных норм. Но Утиямада, отец которого тоже был главным инженером, не поступился принципами Toyota. Он не пошел на компромисс и настоял на соблюдении принятого порядка — изучении широкого круга альтернатив, чтобы выбрать оптимальные варианты двигателя, трансмиссии и дизайна кузова.

Внешний облик автомобиля создавался при открытой конкуренции четырех дизайнерских студий (в Калифорнии, Париже, Токио и Тоёта-Сити), которые предложили в общей сложности 20 эскизов. Пять из них были отобраны для дальнейшего рассмотрения, а четыре из этих пяти превратились в глиняные модели в натуральную величину. По результатам широкого обсуждения были отобраны две модели — одна, созданная в Калифорнии, другая — в Японии. Решение калифорнийских дизайнеров — и это не удивительно — было более радикальным и могло вызвать ряд проблем производственного характера. Проект японцев был консервативнее, но и технологичнее. Утиямада попросил дизайнеров обеих студий предпринять еще одну попытку создать машину с неповторимым внешним обликом и с учетом требований производства. В итоге были созданы еще две модели, которые широко обсуждались сотрудниками разных подразделений Toyota. Оба варианта получили почти равное число голосов. Еще раз проанализировав реакцию коллег, Утиямада обнаружил, что женщины и молодые мужчины отдали предпочтение работе калифорнийских дизайнеров. Учитывая это обстоятельство, он остановил свой выбор на калифорнийском варианте, поскольку он соответствовал основной цели создания автомобиля: увеличить объем продаж среди женщин и молодежи.

В это время инженеры уже изучали кузов и анализировали конструкторские решения. Утиямада сказал им, что по его предположениям победят японские дизайнеры — по-видимому, давая такой прогноз, он опирался на опыт прошлого — и инженеры взялись за предварительные расчеты. Когда Утиямада решил остановиться на калифорнийском дизайне, инженеры обнаружили, что японский и калифорнийский варианты имеют много общего и проделанная работа вполне может служить основой для дальнейшей разработки. Эскизы и бурные дискуссии между инженерами и дизайнерами

на этапе кенто позволили заблаговременно внести важные коррективы и совместно выработать решения, которые удовлетворяли дизайнеров, конструкторов и производителей. Такое развитие событий свидетельствует о достоинствах параллельного проектирования на базе альтернатив.

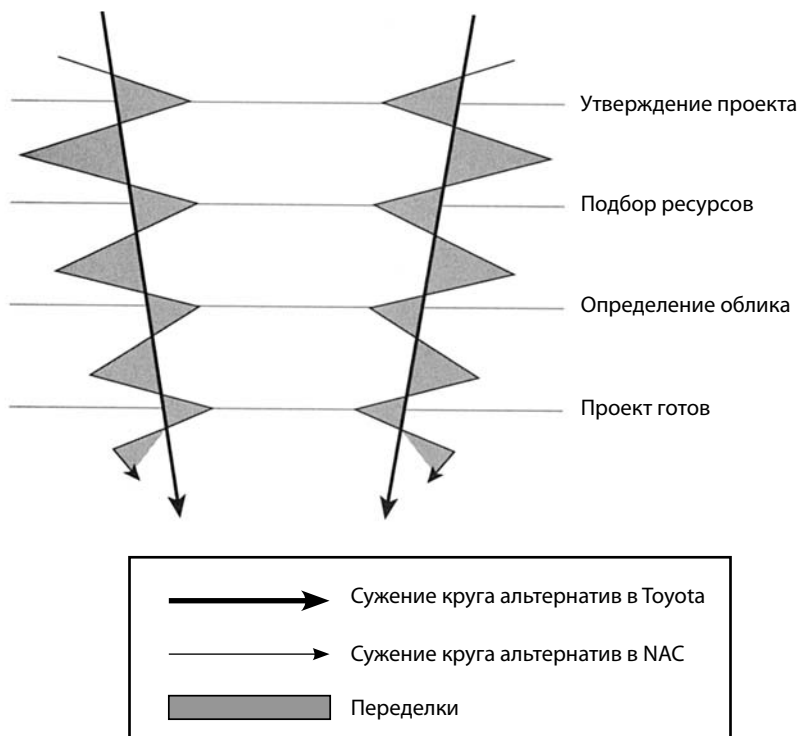
Параллельное проектирование на базе альтернатив предполагает рассмотрение различных проектных решений, предлагаемых разными сторонами. Наилучшим образом данный феномен можно проиллюстрировать с помощью диаграммы Венна (см. рис. 4-2). Каждая из сторон располагает набором приемлемых альтернатив, который очерчивает пространство проектных решений в рамках ее подхода. На стартовом этапе выявляются зоны пересечения предлагаемых вариантов и определяется оптимальное проектное решение.



**Рис. 4-2.** Параллельное проектирование на базе альтернатив

Сравнение конвергентного подхода Toyota и итеративного подхода НАС говорит в пользу первого: метод Toyota устраняет значительную часть потерь и дает возможность принять оптимальное решение (см. рис. 4-3). Изучение альтернатив в Toyota проходит ровно и спокойно, тогда как в НАС решения принимаются чересчур поспешно, а круг возможных альтернатив относительно узок. В результате процесс идет рывками из-за необходимости переделок и доработок.

Представление о параллельном проектировании на базе альтернатив будет неполным, если не отметить важный принцип, который лежит в основе данного подхода. Инженеры Toyota рассматривают автомобиль как систему. Речь идет не только о взаимосвязи отдельных компонентов автомобиля, но и о производственных процессах. Поэтому в Toyota не торопятся завершить разработку компонентов, а стремятся первым делом выяснить,



**Рис. 4-3.** Взвешенные решения позволяют постепенно сужать круг альтернатив, опрометчивые решения ведут к переделкам

как будут взаимодействовать узлы в системе. Иными словами, основное внимание уделяется *совместимости* на уровне системы — перед тем, как завершена разработка отдельных компонентов. Установка «совместимость важнее завершения» — один из основных принципов проектирования на базе альтернатив. Этот принцип наряду с унификацией конструкции и процессов помогает свести число технических доработок к минимуму. Именно системная совместимость (в том числе соответствие конструкции принципам бережливого производства) определяет характеристики продукта при сужении круга альтернатив.

В Toyota изучение множества альтернатив лежит в основе как разработки продукции, так и системы бережливого производства. На этом принципе основаны матрицы решений и другие инструменты, о которых пойдет речь далее. Каждый участник процесса разработки предлагает множество вариантов решения любой проблемы, потому что считает это совершенно

естественным, и далее мы приведем некоторые примеры такого подхода. Следует понимать, что мышление, ориентированное на поиск альтернатив, — это больше, чем доскональное знание инструментов и методов. Это составляющая культуры, которая определяет подход к выполнению работы. К счастью, любая компания может взять на вооружение элементы данной культуры и обогатить ими собственный процесс разработки продукции. Для этого им нужно действовать следующим образом:

- целенаправленно прорабатывать множество альтернатив, прежде чем остановиться на одной из них;
- привлекать инженеров к обсуждению альтернативных вариантов (как на начальных, так и на более поздних этапах процесса) задолго до того, как будет принято окончательное решение;
- использовать инструменты анализа комплекса альтернатив (они будут рассматриваться далее), в частности кривые компромиссных характеристик, для поиска пересечения решений, основанных на различных точках зрения;
- документировать накопленный опыт в контрольных листках (они будут описаны далее) в виде графиков и уравнений, позволяющих оценить результативность вариантов;
- применять такие системные методы как параметрическое проектирование, которое позволяет быстро оценить, как изменение отдельных параметров отразится на системе в целом;
- четко определять сроки на этапе предварительной работы, чтобы участники, которые придерживаются разных точек зрения, могли вырабатывать решения при наличии максимального количества альтернатив.

## **Применение кенто к разработке кузова и каркаса Toyota**

Работа, предшествующая утверждению модели в глине, — это начало важного периода в процессе разработки продукции в Toyota. Она называется кенто или изучение. В это время инженеры-разработчики создают сотни кентодзу, эскизных чертежей, а команды разработки модулей встречаются с каждым участником, чтобы выяснить его мнение о моделях в глине и выслушать предложения, касающиеся конструкции. Как уже говорилось в главе 3, команды разработки модулей представляют собой межфункциональные группы, каждая из которых занимается разработкой отдельной подсистемы автомобиля. Такие команды состоят из представителей функциональных подразделений, отвечающих за отдельные аспекты подсистемы,

например внешних панелей кузова или приборной панели. Типичная MDT может включать от одного до трех старших инженеров из отдела разработки кузова, представителя дизайнерской группы, одного или нескольких специалистов отдела организации производства и при необходимости инженера-электронщика. Если проектное решение может отразиться на окончательной сборке, к работе подключается лидер пилотной команды из сборочного цеха.

Чтобы дать читателю представление о командах разработки модулей, нужно сказать пару слов о подразделении дизайна. В нем работают два типа специалистов. Одни занимаются чистым искусством: это дизайнеры, создающие эскизы, по которым — если они пройдут отбор, — создаются глиняные модели. Они практически не учитывают параметры технологичности и не участвуют в поисках консенсуса, обязательного в Toyota. Вторые стараются сочетать творчество и здоровый прагматизм. Они вносят в глиняную модель коррективы, призванные повысить ее технологичность. Именно специалисты второго типа входят в команды разработки модулей. Некоторые из таких дизайнеров-технологов работают в конструкторских бюро бок о бок с инженерами, занимающимися разработкой кузова. Они оценивают внешний облик машины с двух точек зрения: отлично зная, что ценит потребитель, они четко представляют границы возможностей производства. С организационной точки зрения дизайнер-технолог играет роль *посредника*.

Функция команды разработки модулей — выявлять и решать технические проблемы и планировать стратегии достижения целей на уровне узлов и подсистем. Данные цели должны быть увязаны с главными целевыми параметрами автомобиля. Важная часть этой работы — тщательный анализ конструктивного соответствия отдельных узлов. Все опытные инженеры знают, что большинство проблем связано с нестыковкой компонентов. Разработать дверь относительно несложно. Проблема в том, чтобы, проектируя дверной модуль в целом (в его состав входят внутренняя и наружная панели двери, ребра жесткости, электроника и т.д.), обеспечить конструктивное соответствие дверей, корпуса кузова, крыла и средней стойки, не забывая про принципы бережливого производства. Это значит, что нужно *заблаговременно* позаботиться о том, чтобы конструктивные решения отдельных компонентов были совместимыми и реализуемыми. Если разработка отдельных узлов выполнена поспешно, есть риск, что придется менять конструкцию на более поздних этапах, *после* того, как она приведена в соответствие с остальными компонентами. В этом случае внесение изменений обойдется дороже, а количество возможных вариантов сократится.

Трудно переоценить значение межфункциональных команд, сформированных на ранних стадиях проекта, для постановки задач и решения проблем на уровне отдельных компонентов. В составе MDT работают лучшие, опытнейшие инженеры Toyota. Используя стандарты Toyota и основные инструменты и методы проектирования, они помогают выявлять и снижать вариацию. На достижение этой цели MDT может потратить сотни и даже тысячи часов, что позволяет в дальнейшем сосредоточиться на реализации принятых решений.

### **Пример того, как стандартизация производственных операций обеспечивает быстрое решение проблем**

Принятая в Toyota стандартизация производственных операций дает возможность разработать методологию оценки альтернативных решений проблем проектирования. К примеру, при разработке внешней панели капота производственные стандарты требуют, чтобы капот изготавливался вытяжкой, а не раскаткой и чтобы изготовление капота осуществлялось в три этапа (вытяжка, зачистка, завальцовка). Отдел разработки кузова должен спроектировать капот с учетом изгибов крыльев, формы ветрового стекла и решетки радиатора, предусмотрев место для логотипа. Разработчик создает чертежи нескольких вариантов капота, которые соответствуют названным критериям, но имеют существенные различия. Инженер-координатор параллельных разработок, участвующий в проекте, оценивает выполненные разработчиком чертежи, принимая во внимание:

- их соответствие стандартной компоновке;
- сендзу (технологические чертежи капота предыдущей версии данного автомобиля);
- *матрицу качества компонентов* (планы обеспечения качества отдельных деталей, о которых пойдет речь в главе 15);
- конкретные задачи, которые ставятся по итогам разборки продукции конкурентов.

Используя данный стандартизированный материал и матрицу качества компонентов, инженер-технолог составляет письменный отзыв о каждом предложении разработчика кузова. При необходимости инженер-технолог может прибегнуть к компьютерному моделированию, однако подобное случается нечасто, поскольку обычно для принятия решения достаточно изучить архив данных по технологии изготовления отдельного компонента. В любом случае

благодаря стандартизации и накопленному опыту инженер-технолог весьма оперативно дает отзыв об альтернативных конструктивных решениях.

Инженер-технолог по опыту знает, что глубина капота по периферии — постоянная величина, не превышающая заданного значения, поэтому геометрия передней части капота и кривизна линий крыла в данной зоне не самый животрепещущий вопрос для разработки технологии производства. Однако те же самые факторы чрезвычайно важны в зоне перехода к ветровому стеклу. Здесь инженер по организации производства обращается к готовым сендзу, чтобы определить временную «рабочую версию» конфигурации поверхности с нужными характеристиками и внешним видом. Таким образом инженер-технолог планомерно решает конкретные проблемы, сужая круг альтернативных вариантов и объединяя отдельные характеристики отобранных конструктивных решений в окончательном варианте конструкции.

Такой процесс параллельного проектирования чрезвычайно важен для разработки продукции. Благодаря ему основные участники проекта чувствуют себя хозяевами происходящего. Необходимость в тесном контакте оценивать многочисленные решения на основе конкретных критериев заставляет членов команды генерировать широкий спектр опций. А кентодзу, эскизные чертежи, которые создаются в процессе этой работы, — это первый шаг к созданию чертежей K4, которые будут описаны далее. Этот процесс заметно отличается от подхода многих конкурентов Toyota, где, как уже отмечалось в рассказе про NAC, «ранняя оценка осуществимости» нередко сводится к тому, что инженер-технолог, взглянув на глиняную модель, представляет перечень нереализуемых, с его точки зрения, вещей. В ответ на его «точечные» замечания дизайнеры вносят отдельные исправления, решая одни проблемы, но упуская из виду другие.

В Toyota такой подход неприемлем. Здесь не пускают дело на самотек, позволяя дизайнерам делать большую часть своей работы без учета мнения других специалистов. Члены команды занимаются разработкой кузова сообща и активно взаимодействуют, используя множество источников информации. Прежде чем приступить к решению задач, поставленных в концептуальном проекте главного инженера, команда изучает разобранные модели конкурентов и посещает производственные предприятия. На этом этапе члены команды сообща преобразуют понятие ценности с точки зрения потребителя, определенное в концептуальном проекте, в конкретные технические характеристики и решают проблемы, связанные с проектированием и производством. При этом они остаются верны образу, созданному дизайнерами, которые стараются, чтобы автомобиль привлекал потребителя.

## **Унифицированная компоновка и использование единых комплектующих**

Другой важный аспект этапа кенто — применение унифицированной компоновки, которое опирается на продуманные проектно-конструкторские стандарты и спецификации. Обратившись к базе данных, разработчик кузова может воспользоваться чертежами кузова по любому типу автомобиля. Программное обеспечение позволяет растянуть, сжать или видоизменить элементы конструкции, сохранив важнейшие геометрические соотношения. В итоге эксплуатационные характеристики изделий и их технологичность остаются неизменными. Разработчик старается как можно шире использовать комплектующие, которые входят в состав единой платформы или уже применяются в других моделях. Принцип *повторного использования* чрезвычайно важен для эффективности и качества, поскольку применение проверенных компонентов существенно снижает вариабельность при разработке продукции и инструмента и изготовлении конечного продукта. Использование единых комплектующих существенно повышает качество и эффективность на дальнейших этапах. Обычно на данной стадии процесса два-три начальника групп из отдела разработки кузова встречаются с группой главного инженера и высшим руководством, чтобы определить иерархию целей и задач по созданию автомобиля.

Когда главный инженер отбирает две-три лучшие глиняные модели, их цифровые модели отправляются группе разработки кузова для детального анализа. Этот этап кенто называется *стадией предложения идеи*, и в нем участвуют до десяти опытных инженеров. В это же время начинается создание кентодзу (эскизных чертежей). Поскольку инженеры работают с оцифрованными данными, теперь большая часть эскизных чертежей выполняется с помощью САПР.

## **Анализ базовых целей создания автомобиля и принятие решений**

Анализируя главные цели создания автомобиля применительно к кузову, MDT выявляет и решает потенциальные проблемы. Так, если команда главного инженера решит использовать новую систему освещения, предложенную одним из поставщиков Toyota, это может повлечь изменение конструкции приборной панели и передних крыльев, что скажется на технологии изготовления этих компонентов. Инженер, который занимается разработкой кузова, предлагает несколько решений этой проблемы, а инженер по организации производства оценивает их качество и технологичность. Может оказаться, что форма новых



фар изменит развертку крыло-капот и передняя часть крыла станет слишком острой, что усложнит производство. Возможно, новые правила техники безопасности в США потребуют повысить уровень поглощения энергии удара бампером, что заставит увеличить вынос бампера, а это отразится на внешнем облике автомобиля. Проблемы такого рода заставляют MDT анализировать множество альтернатив. В команде ведется много дебатов, столь бурных, что порой дело доходит до ссор. Однако принцип «потребитель прежде всего» позволяет разрешить любой конфликт в интересах потребителя.

В этот же период ведутся интенсивные испытания отдельных компонентов и подсистем. При любом отклонении разработчики кузова проводят испытания опытных образцов или осуществляют компьютерное моделирование. Хотя такие испытания часто весьма нехитрые, они всегда основаны на научном методе.

Отдел разработки кузова проводит регулярные (обычно еженедельные) собрания с участием нескольких команд разработки модулей (или «команды разработки комплекса модулей»), чтобы подробно обсудить технические проблемы, график работ, бюджет и конструктивное соответствие различных узлов. Как правило, такие собрания непродолжительны, поскольку еще ранее при помощи специальных средств коммуникации (описанных в главе 14) инженеры проводят предварительные мини-совещания, чтобы обсудить проблему и предложить стандартные и альтернативные решения. Участники должны быть готовы к собранию и к достижению консенсуса. На собрании члены команды ведут обстоятельную и плодотворную дискуссию. Такой образ действий, характерный для бережливой системы, — еще одна иллюстрация интеграции процесса, людей, оборудования и технологии.

Когда замысел будущего автомобиля приобретает более определенные очертания, а из двух глиняных моделей остается одна, инженеры, опираясь на эскизные чертежи, начинают прорабатывать чертежи для параллельного проектирования, которые позволяют заняться подготовкой производства — разработкой технологического процесса, оснастки и зажимных приспособлений. Чертежи на этой стадии уже близки к финальным, которые появятся ближе к дате завершения работ. Поскольку технологические процессы, размеры и конфигурация деталей стандартизированы, инженеры могут начать параллельно проектировать отдельные узлы.

## **Технология производства в Toyota: обязанности инженера по параллельному проектированию**

В 1990-е годы Toyota продолжала добиваться, чтобы технологические требования учитывались на возможно более ранних этапах разработки. Разработ-

чики кузова всегда были прекрасно осведомлены о проблемах производства, регулярно посещали заводы-изготовители и работали на производстве, но в Toyota хотели большего. При новом, более интенсивном процессе параллельного проектирования (на ранних стадиях кенто) ведущие инженеры-конструкторы подключаются к работе групп разработки модулей в качестве инженеров по параллельному проектированию (SE, Simultaneous Engineer) с соответствующей производственной специализацией, работающих в режиме полной занятости. К примеру, команда, которая занимается лицевыми панелями кузова, может включать несколько инженеров по параллельному проектированию, работающих под руководством ведущего SE. Каждый из них курирует разработку 12 и более деталей на протяжении всего проекта.

В начале этапа кенто, перед тем как подключиться к собраниям MDT, которые проводятся каждые две недели, команда инженеров-координаторов изучает информацию о проекте, поступающую в электронном виде. На собраниях, которые проходят в отделе разработки кузова, инженеры анализируют предложенные варианты конструкции, используя производственные данные, откорректированные сендзу (технологические чертежи) и контрольные листки. Нередко обсуждение носит весьма бурный характер. Команда тратит сотни часов на анализ, дискуссии и совместный поиск альтернативных конструкторских решений, которые позволят получить желаемые продукт и процесс его производства.

Это нелегкий период для любого инженера по параллельному проектированию. Совещание команды разработки модулей может продолжаться несколько 12-часовых рабочих дней кряду. Поскольку с этого момента и до начала производства инженер по параллельному проектированию отвечает за определенные детали, у него есть все основания тщательно анализировать качество предлагаемой конструкции и ее технологичность. Он несет полную ответственность за конкретный комплект деталей и отслеживает процесс их разработки от начала и до конца. Такой подход устраняет многократную передачу информации из рук в руки, — проблему, которая порождает потери при традиционном процессе разработки. При этом такой инженер прекрасно понимает, что решения, принятые сейчас, неизбежно отразятся на результативности остальных этапов разработки вплоть до начала производства.

Как отмечалось выше, на основе концептуального проекта главного инженера, данных по оценке качества в процессе эксплуатации, результатов анализа продукции конкурентов и информации о текущем производственном процессе определяются базовые цели создания автомобиля в целом и его отдельных компонентов. Цели, касающиеся качества и рабочих характеристик

автомобиля, ориентированы на ценность с точки зрения потребителя. Эти цели преобразуются в конкретные характеристики проектируемых деталей. Чтобы изготовить нужные детали, необходим надежный, стабильный производственный процесс, который обеспечивает соблюдение заданных допусков при разумных общих затратах. Каждый инженер-разработчик кузова и инженер по параллельному проектированию понимают, что следует отказаться от завышенных требований к деталям и необоснованного ужесточения допусков. Важно учитывать основные качественные характеристики продукции с точки зрения потребителя и избавляться от несущественных элементов при решении конкретных задач.

### **Инженеры по параллельному проектированию должны обеспечить достижение плановых показателей по инвестициям и переменным издержкам**

SE отвечают и за достижение плановых показателей по общим затратам и переменным издержкам — речь идет как о затратах на инструментальную оснастку, так и о деталях, которые изготавливаются с помощью этих инструментов. Именно с этого начинается бережливое производство. Главный инженер ставит цели, которые касаются не только качества и эксплуатационных характеристик детали, но и ее эффективного изготовления. Он же определяет целевые затраты, учитывая при этом возможности для их непрерывного снижения. Задача инженеров по параллельному проектированию — как можно раньше включиться в процесс разработки продукции и сделать все, чтобы обеспечить высочайшее качество и оптимальные характеристики продукта и процесса. Такой подход существенно отличается от попыток «улучшить» процесс постфактум.

Процессы бережливого производства стандартизированы и непрерывно совершенствуются, а все участники неукоснительно соблюдают установленные требования. Секрет успеха инженеров по параллельному проектированию, которые имеют широкий круг обязанностей, обеспечивая достижение плановых показателей затрат, качества и эффективности, — заблаговременное решение проблем и строгое соблюдение стандартов. Разработчик кузова и инженер по параллельному проектированию отвечают за соблюдение стандартов производственных процессов на равных. Начальный этап процесса проектирования выглядит следующим образом:

- определение пространства проектных решений или системных требований;

- генерация множества альтернативных решений, касающихся конструкции и процесса на основе существующих стандартов (включая общие элементы конструкции);
- экспресс-испытания и определение целей проекта, анализ всех альтернативных вариантов с учетом затрат, качества и эффективности;
- оптимизация важнейших характеристик каждого из вариантов;
- выявление лучших характеристик;
- целенаправленная проработка избранного конструктивного решения и процесса.

Таким образом, разработка продукта и процесса его создания ведется параллельно, что позволяет избежать дорогостоящих изменений и дополнений на более поздних этапах.

### **Мидзен боси и посещение производственных предприятий**

Готовясь к кенто, инженер по параллельному проектированию проводит много времени на заводах-изготовителях, собирая информацию и беседуя с лидерами команд и операторами, чтобы получить полное представление о текущих производственных проблемах и своевременно принять соответствующие контрмеры. При необходимости SE приглашает членов производственной команды побеседовать с командой разработки того или иного модуля. Это важная часть процесса мидзен боси или встраивания качества при проектировании, в ходе которого инженеры целенаправленно разрабатывают контрмеры. В приблизительном переводе мидзен боси означает «предупреждать ошибку» или «превентивные меры». Это упорядоченный процесс, позволяющий обеспечить создание качественных продуктов и процессов, отвечающих требованиям бережливого производства, на самом раннем этапе разработки. Решающую роль в этом жестко регламентированном процессе играют стандартизированная конструкция и контрольные листки по процессам (речь о них пойдет в главе 6).

### **Обмен информацией со специалистами функциональных групп**

В процессе кенто инженер по параллельному проектированию постоянно обменивается информацией с представителями различных функциональных групп отдела подготовки производства — технологами, конструкторами штампов, инженерами, которые разрабатывают технологическую оснастку,

и даже со сборочными бригадами на производстве. Хотя SE имеет обширный опыт, он нуждается в профессиональной помощи названных специалистов, чтобы справиться с технически сложными или неординарными ситуациями. Таким образом, SE становится связующим звеном между дизайнерской студией, отделом разработки кузова, отделом подготовки производства и заводом-изготовителем. SE решает не только технические проблемы, но и вопросы снабжения, помогая координировать работу соответствующих подразделений. С самого начала SE информирует специалистов функциональных групп о целевых показателях затрат, качества и эффективности и учитывает их мнение, формулируя собственные предложения для MDT. Благодаря SE эти специалисты вносят ценный вклад в работу над проектом, и с самых ранних этапов ощущают себя хозяевами происходящего, поскольку именно они помогают SE решать большую часть задач, связанных с технологией производства. Это чрезвычайно важно для достижения целевых показателей эффективности процесса разработки и изготовления продукции. Кроме того, SE работает с организациями, которые занимаются технологической подготовкой. Эта работа также улучшает процесс разработки продукции.

### **Инженер по параллельному проектированию представляет план**

Активный обмен информацией позволяет инженеру по параллельному проектированию получить исчерпывающее представление о целях создания продукта и технологическом процессе. SE составляет технологические карты для всех компонентов и подсистем на листе бумаги форматом А4. Карты проверяет соответствующий функциональный специалист из отдела подготовки производства. Вместе с сендзу и матрицами качества эти карты используются при подготовке к конструированию штампов и технологической оснастки и в ходе предварительной разработки фиксаторов.

### **Использование средств автоматизированного проектирования**

Обеспечить правильный старт на ранних стадиях процесса разработки продукции Toyota помогают достижения в сфере цифровых технологий (о них рассказывается в главе 13). Начиная с самых ранних этапов, проектные команды используют такие передовые инструменты автоматизированного проектирования, как CATIA, которая позволяет анализировать конструктивное соответствие узлов и деталей и создавать виртуальные модели для выявления

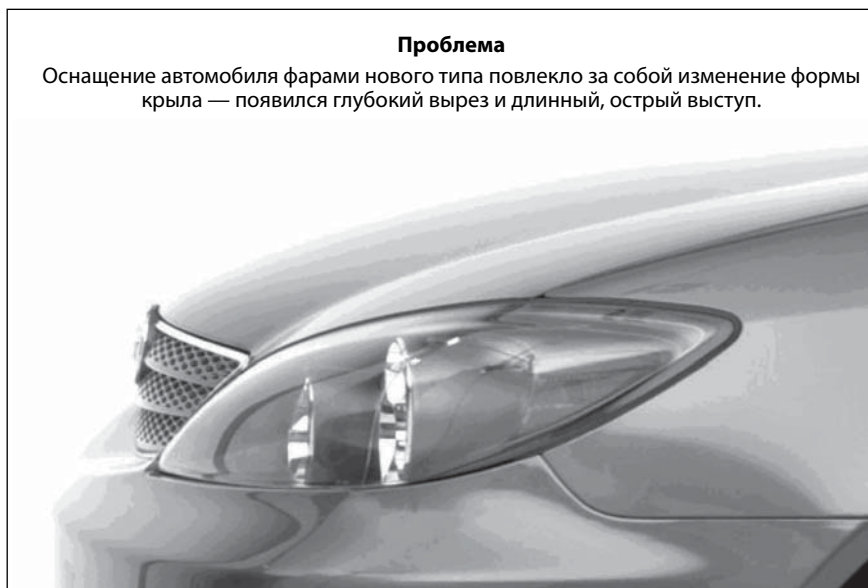
зон нестыковки (излишков материала и пустот). Нередко процесс включает использование параметрических расчетных моделей, которые при любом изменении конструкции детали предусматривают внесение необходимых корректив в конструкцию всех связанных с ней деталей и инструментов. Современные средства моделирования аварийных ситуаций и производственного процесса дают возможность сократить цикл решения проблем и вносить больше поправок при меньших затратах. Во многих случаях эти средства устраняют необходимость создания сложных, дорогостоящих опытных образцов. Такие технологические инновации способствуют сокращению времени выполнения заказа, снижению затрат и повышению качества продукции.

### **Раннее решение проблем на этапе кенто: конкретная ситуация**

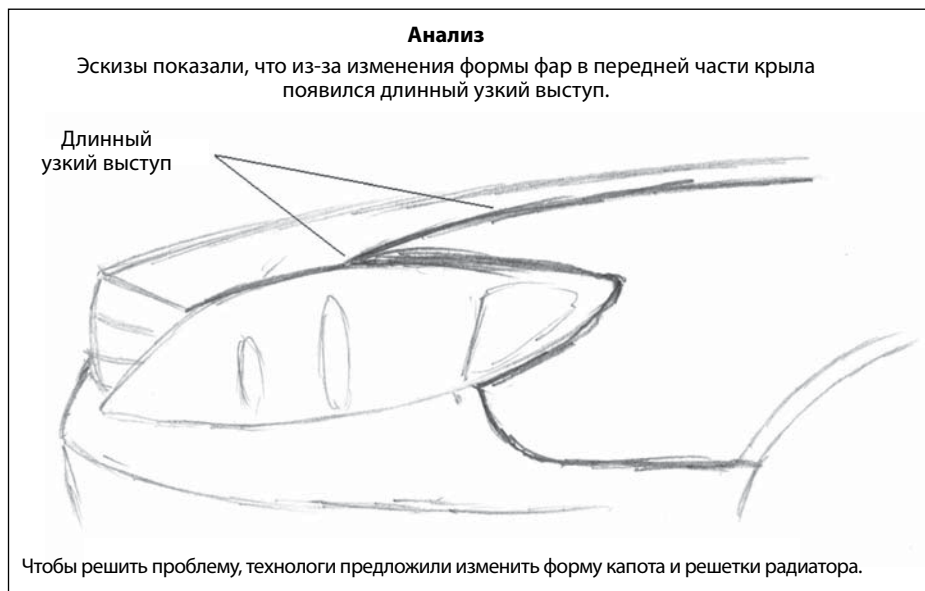
Бережливый процесс разработки продукции представляет собой последовательное решение ряда взаимосвязанных проблем: технических, финансовых, материально-технического обеспечения. Само собой, организации с развитыми навыками решения проблем принимают более качественные и оперативные решения и имеют существенное конкурентное преимущество при разработке продукции. Кроме того, компании, которые успешно решают проблемы, учатся на собственном опыте и накапливают обширную базу знаний, к которой могут обращаться в дальнейшем, не тратя время на повторное решение одних и тех же проблем.

Кенто позволяет ощутимо сократить количество технических изменений и создать процессный поток, который дает компании возможность раньше начинать работы на последующих стадиях. Кроме того, для межфункциональных команд кенто становится структурированным методом заблаговременного принятия контрмер. Это куда дешевле, чем решать проблемы по мере их появления или вносить изменения в конструкцию на более поздних этапах процесса.

Ярким примером благотворного влияния кенто на решение проблем служит эпизод, который имел место в ходе разработки модели Samgy. Требовалось изменить дизайн фар, что должно было неизбежно отразиться на конструкции и производстве крыльев, капота и решетки радиатора. Занимаясь этими вопросами на этапе кенто, команда разработки модулей столкнулась с серьезной проблемой. Изменение формы фар привело к тому, что в передней части крыла возникал длинный, узкий выступ (см. рис. 4-4).

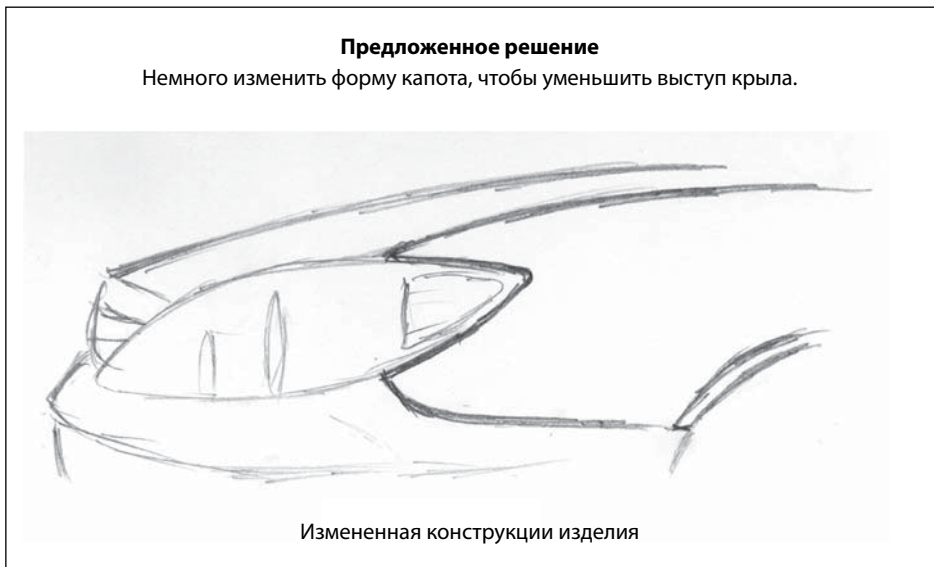


**Рис. 4-4.** Раннее решение проблем на этапе кенто — проблема проектирования



**Рис. 4-5.** Раннее решение проблем на этапе кенто — анализ

Технологи опасались, что это вызовет проблемы при штамповке (закручивание из-за упругого последействия материала) и транспортировке (узкий выступ легко повредить). Эскизы и виртуальное моделирование подтвердили эти опасения. К тем же выводам пришла и команда разработки модулей (см. рис. 4-5). Немного изменив форму капота, команда уменьшила длину выступа крыла и нашла решение, которое удовлетворяло всех (рис. 4-6).



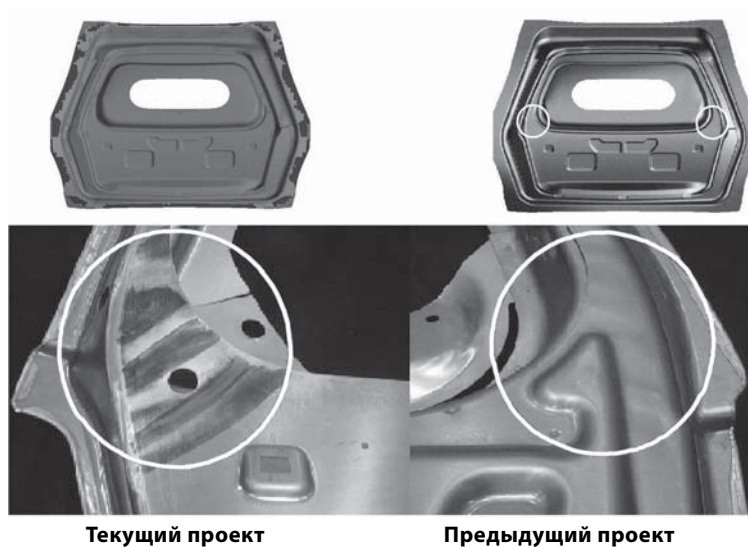
**Рис. 4-6.** Раннее решение проблем на этапе кенто — предложенное решение

Если бы команда обнаружила данную проблему на более позднем этапе процесса, она бы уже не могла столь же быстро изменить конструкцию. Ей пришлось бы идти на компромисс, учитывая затраты на переделку, — далеко не лучшее решение.

Пример решения проблем на раннем этапе в НАС показывает различия традиционного и бережливого подхода к разработке продукции. Признавая важность решения проблем на ранних стадиях процесса, НАС не создала для этого ни структуры, подобной MDT, ни системы, аналогичной периоду кенто. При выполнении одного из недавних проектов на этапе изготовления опытных образцов поставщик заметил, что конструкция внутренней панели двери багажника очень похожа на ту, что была создана ранее и вызывала сжатие материала и образование складок на поверхности (см. рис. 4-7).

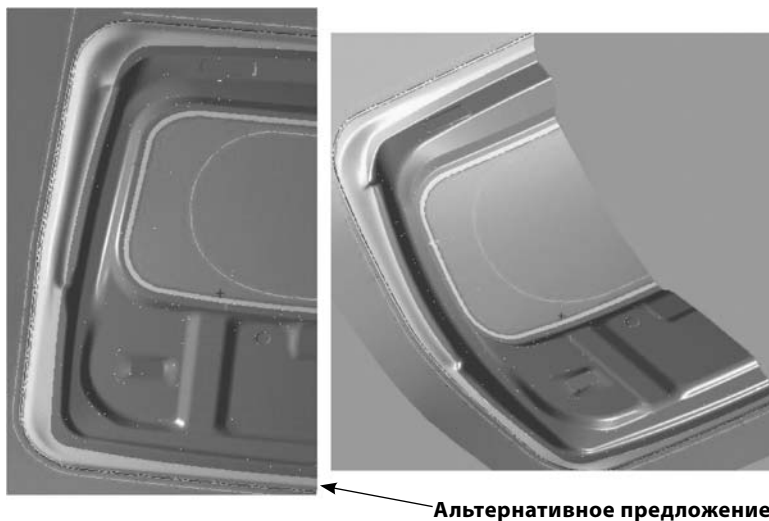


Глава 4. Обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты



**Рис. 4-7.** Сжатие материала и образование складок

К сожалению, изменение конструкции данной детали требовало изменения прилегающих деталей, работа над которыми тоже достигла этапа создания опытных образцов (см. рис. 4-8).



**Рис. 4-8.** Альтернативные конструкторские решения, позволяющие изменить состояние уплотнения

Поскольку решение о конструкции данных деталей было уже принято и началась разработка инструментов и технологической оснастки, можно было изменить только инструменты для изготовления внутренней панели двери, что позволяло уменьшить, но не устранить образование складок. Изменение массивных штампов было не только очень дорогим, но и весьма трудоемким процессом.

### **Кодзокейкаку (K4) — соединить части в единое целое**

Кодзокейкаку, или K4, — это один из основополагающих документов, в котором итоговый комплект кентодзу по отдельным компонентам кузова сводится в единый чертеж кузова как системы. Термин K4 появился в среде американских инженеров, работающих в Toyota, — им было трудно выговорить слово кодзокейкаку, в котором содержится четыре буквы «к». K4 включает основные сечения, информацию о принципах крепления, зазорах и сопряженных деталях. Кроме того, документ содержит конкретные требования к сборке, критические допуски и иные указания, касающиеся производства и возможных отклонений от стандартного процесса. K4 — это план создания кузова как системы. Он определяет требования к составляющим данной системы, включает важнейшие указания по выполнению проектно-конструкторских работ и служит неоценимым подспорьем для обеспечения *совместимости до завершения разработки*. Этот документ сводит воедино множество эскизных чертежей, разработанных в период кенто. K4 рассылается на утверждение всем функциональным группам отделов разработки продукции и организации производства. K4 разрабатывается в конце периода кенто и выпускается примерно через месяц после завершения работы над внешним обликом автомобиля. Данный документ становится основой для первичного анализа системы, планирования производства и выполнения детальных чертежей.

### **Правильный человек, правильная работа, правильный момент**

К сожалению, во многих компаниях начальные этапы разработки продукции плохо продуманы и не структурированы. В результате им уделяется недостаточно внимания, а обеспечение ресурсами оставляет желать лучшего. Менеджмент таких компаний неохотно выделяет лучший персонал для ра-

боты на ранних стадиях проекта, предпочитая, чтобы квалифицированные специалисты тушили пожары на завершающих этапах. В итоге бесцельно тратятся корпоративные ресурсы, а потенциалу и моральному духу грамотных и умелых специалистов наносится непоправимый ущерб. Разработкой продукции должны заниматься талантливые люди, а талант обычно предпочитает идти вперед, а не латать тонущий корабль. Сотрудники долго не задерживаются там, где слабо продуманы процессы разработки продукции и выпускаются посредственные продукты.

Чтобы извлечь из таланта максимум, нужно эффективно использовать процесс, людей, инструменты и технологию. Компании, которые начинают уделять должное внимание разработке лишь после анализа готового проекта, или того хуже, после изготовления опытных образцов, постоянно сталкиваются с огромным перерасходом средств и бесконечными задержками с выпуском на рынок новых изделий. Отчасти проблема в том, что такие компании весьма смутно представляют, каким должен быть начальный этап работы над проектом, и придерживаются принципа «потом разберемся». Однако если разработка концепции должным образом не регламентирована, то в ней нет порядка. С точки зрения бережливого мышления такой бессистемный подход ведет к задержкам, перерасходу средств и непредсказуемости, что приводит к серьезным сбоям в разработке продукции и других видах деятельности.

В последнее время концепции параллельного проектирования и правильного старта стали более популярными. В результате некоторые компании, стремясь ускорить процесс разработки продукции, стали наращивать объем работ на начальных этапах, не вполне осознавая последствия такого решения. Такие попытки решить задачу в лоб — назначение окончательной цены поставщикам до завершения разработки, работа с непродуманной конструкцией, слишком поспешный переход к разработке отдельных узлов, — неизбежно ведут к ошибкам. Подобные промахи увеличивают объем последующих доработок и замедляют процесс в целом.

Toyota придерживается совершенно иного подхода. Здесь заботятся о том, чтобы правильная работа выполнялась правильным человеком в правильный момент. Это отчасти объясняет феномен, открытый Уордом, Лайкером, Собеком и Кристиано (Liker, Sobek and Cristiano, 1995). Они обнаружили, что отсрочка принятия решений в Toyota обычно способствует ускорению разработки продукции в целом.

В следующей главе мы поговорим о втором виде потерь при разработке продукции — потерях, обусловленных процессом разработки, — и инструментах, которые помогают избавиться от этих потерь.

## **Резюме принципа 2**

***Обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты***

Именно на ранних стадиях реализации проекта определяется, будет ли продукт качественным и экономичным в производстве. Технология управления несколькими проектами включает управление ассортиментом продукции, технологическое планирование, платформенное проектирование, управление ресурсами системы разработки продукции и управление общим содержанием проектов. Все это способствует успеху каждого отдельного проекта. Для реализации проекта формируются межфункциональные команды из наиболее опытных специалистов. Они собираются вместе на ранних стадиях проекта и анализируют широкий круг альтернативных решений, выявляя и устраняя потенциальные проблемы, заблаговременно принимая контрмеры для обеспечения качества и технологичности. Они изолируют вариацию, присущую процессу разработки продукции, что способствует безупречному выполнению работы на следующем этапе. В Toyota это происходит на начальной стадии реализации проекта, получившей название кенто. В этот период создаются сотни кентодзу, и самые опытные инженеры Toyota решают около 80% технических проблем, что значительно снижает количество технических изменений на поздних этапах.

## Обеспечить выровненный поток процесса разработки продукции

В Toyota мы стараемся сделать из каждого процесса цепочку прочно связанных звеньев, где отдельные операции объединяет информация и поток материала. Проблеме попросту негде спрятаться. Работа этой цепочки не безупречна. Но поскольку мы видим свои упущения, а наши люди обучены исправлять ошибки, с каждым днем мы становимся сильнее. Это заставляет нас быть активными и бдительными и помогает выявлять мұда, которую мы устраняем с помощью метода пяти почему.

*Гленн Умингер, TOYOTA MANUFACTURING CORPORATION,  
СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА*

### Потенциал потока

В 1913 году Генри Форд и его команда совершили революцию в производстве, создав линию непрерывной сборки модели Т и продемонстрировав миру возможности потока. Поразительные результаты, которых добился Форд, не прошли мимо Toyota, которая, перенимая опыт компании Ford, вышла в лидеры применения поточного производства в самых разных сферах. При этом в Ford не было и речи ни о каком потоке за пределами сборочной линии. После станочной обработки, штамповки и литья крупные партии деталей выталкивались на сборочную линию (а не вытягивались ею).

Используя производственные ячейки, Toyota распространила концепцию потока единичных изделий или выровненного потока на все операции, включая работу поставщиков. Там, где было невозможно организовать поток единичных изделий, Toyota создавала небольшие запасы деталей, которые иногда называют супермаркетами. Такой производственный супермаркет действует по принципу реального супермаркета: потребители «вытягивают» нужные им товары с полок, а хозяин или менеджер по мере необходимости пополняет запасы на полках. С помощью системы вытягивания на про-

изводстве поддерживается непосредственная связь между потребителем и поставщиком материала. Чем меньше размер партии, которую изготавливает производитель, тем ближе процесс к идеальному потоку единичных изделий. Чтобы поддерживать выровненный поток, производитель должен остерегаться потерь, борьбу с которыми давно и в масштабах всей компании ведет Toyota.

Какое отношение все это имеет к процессу разработки продукции? Достижения Toyota в проектировании основаны на том, что компания подходит к разработке продукции как к процессу. Подобно любому другому процессу, разработка продукции представляет собой циклическое повторение операций в определенном ритме. Toyota проделала огромную работу по стандартизации процесса разработки продукции, что позволило определить ритм процесса и сделало возможным его непрерывное совершенствование путем последовательного сокращения потерь. В данной главе рассматриваются знаменитые семь видов потерь и некоторые решения Toyota, которые помогают избавиться от этих потерь в потоке создания ценности при разработке продукции. Здесь рассказывается и о том, как Toyota выравнивает поток, устраняя потери (мүда), неравномерность (мүра) и перегрузку (мүри). Таким путем Toyota неизменно опережает своих конкурентов, поставляя на рынок все более качественную продукцию.

## Разработка продукции как процесс

Как отмечалось в главе 4, большая часть разработок Toyota — это *производные продукты, созданные на основе готовых платформ*, то есть компания занимается главным образом вариациями, модернизируя уже существующие автомобили. Такая система разработки продукции имеет много общего с другими системами, использующими процессную логику, например с изготовлением продукции. Подобно производству, современные системы разработки продукции требуют одновременной работы над множеством проектов и управления общими ресурсами. Более того, несмотря на разнообразие задач проектирования, основные виды работ и их последовательность аналогичны для всех проектов. Все это позволяет рассматривать систему разработки продукции как *предприятие, выполняющее заказы по обработке знания*. Порядок его работы определяется рядом ограничений и интегрированной сетью очередей, а выполнение заказов требует участия множества подразделений. Такое видение процесса разработки продукции дает компании возможность широко применять инструменты и методы управления процессами для снижения вариации и выравнивания потока

процесса, не нанося ущерба креативности, без которой невозможно создание непревзойденных продуктов.

При таком подходе к разработке встает вопрос: как применить принципы бережливого производства к процессу, в котором поток информации важнее потока материала, а условия работы меняются от проекта к проекту. Иными словами, можно ли сделать так, чтобы поток создания ценности при разработке продукции был таким же плавным и равномерным, как при изготовлении материальных объектов? На этот вопрос можно ответить и да, и нет. Да, процесс разработки продукции можно рассматривать как повторяющуюся последовательность операций, которой мешают потери. Если сокращать потери, можно добиться стабилизации и совершенствования процесса разработки и это будет эффективно. Нет, этот процесс не идентичен повторяющимся производственным процессам. Задачи более сложны, цикл их выполнения длителен, а вариабельность слишком высока, чтобы можно было говорить об экономии отдельных секунд. Таким образом, несмотря на то, что многие концепции и методы, рассматриваемые в этой главе, похожи на бережливое производство, о котором шла речь в книге Лайкера «Дао Toyota», важно иметь в виду, что разработка продукции осуществляется в других, более сложных условиях и требует решения особых проблем. Одна из важнейших из них — *увидеть процесс*.

## Составление карт потока создания ценности

Основной инструмент, который позволяет получить представление о потоке материала и информации и дает возможность увидеть производственные процессы, — это карты потока создания ценности (Rother and Shook, 1998)\*. Методика построения карт потоков рассматривает трансформацию материала как последовательность технологических операций, прерываемую потерями. Потоком управляет информация, которая определяет, что, когда и сколько нужно сделать при выполнении конкретных операций. После составления карты текущего состояния и выявления потерь, создающих помехи потоку, разрабатывается концепция будущего состояния процесса, который должен быть более бережливым. На основе этой концепции разрабатывается план действий. Этот мощный инструмент прекрасно подходит для повторяющихся производственных процессов, однако плохо применим, по крайней мере в исходном виде, к разработке продукции.

---

\* Ротер, Майк; Шук, Джон. Учись видеть бизнес-процессы: Практика построения карт потоков создания ценности. — М: Альпина Бизнес Букс; CBSD, Центр развития деловых навыков, 2005. — *Прим. пер.*

При внесении некоторых изменений карту потока создания ценности можно использовать и для совершенствования разработки продукции. Морган (Morgan, 2000) успешно адаптировал данную методику к сложным условиям проектирования. (Данный инструмент, названный PDVSM — Product Development Value Stream Mapping, — рассматривается в главе 17, а его применение проиллюстрировано в приложении к данной книге.) Чтобы изобразить поток создания ценности при разработке, нужно воспринимать ее как процесс. Важнейшая особенность этого уникального процесса состоит в том, что он включает множество взаимосвязанных видов деятельности, которые ведутся параллельно, в отличие от последовательного выполнения операций, характерного для производства.

Любой проект по разработке продукции богат событиями. Основной вид деятельности — это работа по добавлению ценности, при этом потери остаются скрытыми. Чтобы обеспечить высокое качество разработки, необходимо распутать сложное переплетение разнообразных видов деятельности и выделить потоки работ, функция которых — преобразовать входы в выходы. Выполнив эту задачу, мы обнаружим несколько параллельных, до некоторой степени независимых и в то же время взаимосвязанных видов деятельности. После этого мы сможем выявить потери в каждом из потоков работ.

На рис. 5-1 поток создания ценности при разработке продукции представлен в виде ряда параллельных потоков работ. Каждый поток работ («дорожка для плавания») представляет собой последовательность операций, которая прерывается потерями. Поскольку все потоки расположены вдоль единой оси времени, всегда можно увидеть, какие работы ведутся в определенный момент. В главе 17 будет показано, что PDVSM позволяет выявлять связь между отдельными потоками работ, различные виды потерь и даже петли обратной связи.

Любой, кому приходилось участвовать в разработке продукции, понимает, что такая схема дает весьма приблизительное представление о распределении работ во времени. К примеру, далеко не всегда можно точно определить начало и конец этапа формирования концепции. Поэтому важно понять, что данная схема иллюстрирует лишь принципиальный подход. Реальная карта текущего состояния потока создания ценности отражает сроки и виды деятельности применительно к реальному проекту по разработке продукции, а не абстрактному «типовому» проекту. Каждый проект имеет свои особенности. Однако на данном этапе наша задача — дать представление о потерях в потоке создания ценности при разработке продукции и рассказать о том, почему возникают потери, а не определить точные сроки и последовательность работ.



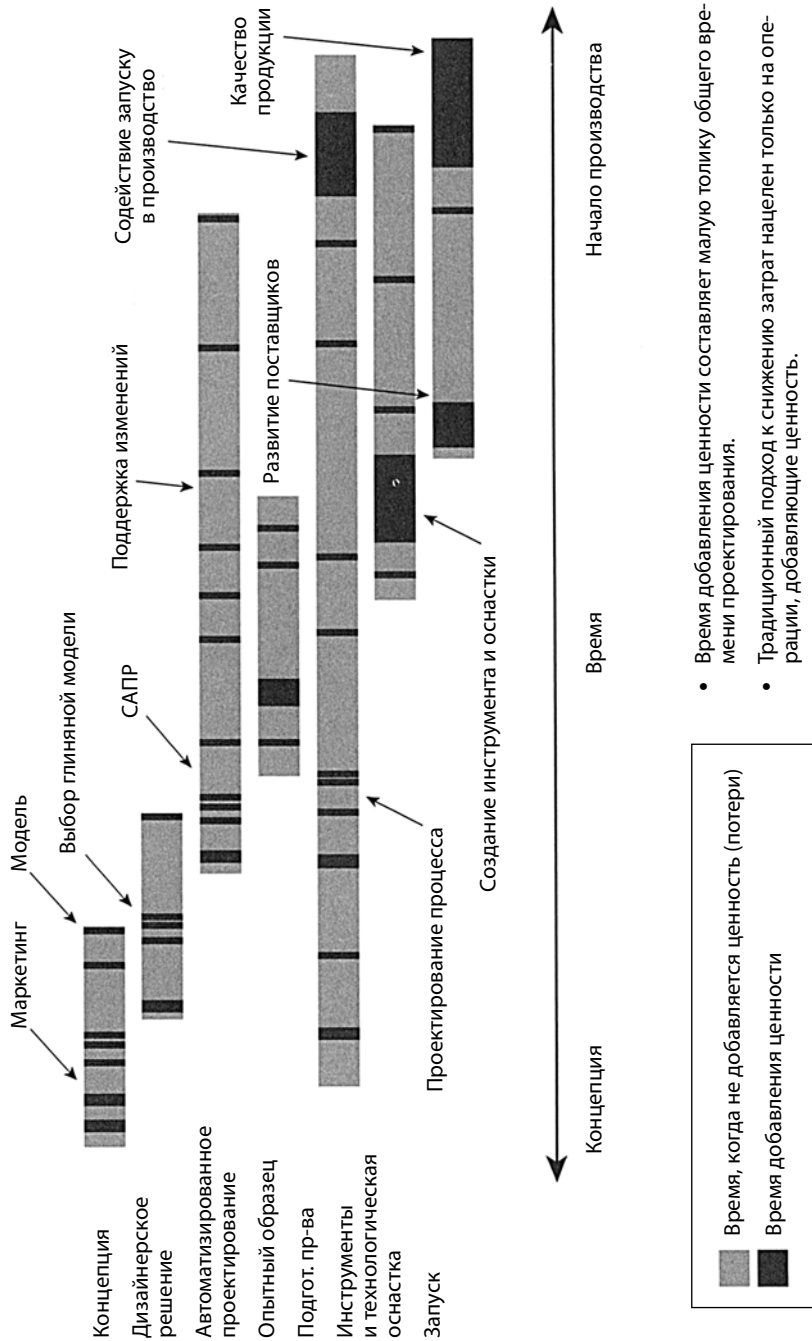


Рис. 5-1. Общее время разработки продукции

Следует еще раз подчеркнуть, что перед совершенствованием любого процесса следует прежде всего осознать, что перед нами именно процесс. А чтобы приступить к устранению потерь, нужно признать, что в любом процессе есть потери. Рисунок 5-1 говорит о том, что большая часть времени, которое тратится на разработку продукции, при которой информация преобразуется в конструкторское решение, — представляет собой потери. При этом большинство компаний, стремясь сократить время выполнения заказа при разработке продукции, сокращают продолжительность операций, добавляющих ценность. К примеру, они совершенствуют САПР, чтобы ускорить ввод данных и создание трехмерной графики. Или покупают быстродействующие компьютеры, чтобы быстрее сводить воедино результаты инженерных расчетов. При этом бережливое мышление уделяет первоочередное внимание потоку создания ценности в целом, поскольку потери между отдельными операциями скорее всего будут превосходить потери при выполнении отдельных операций (например, при вводе данных в САПР). Чтобы получить исчерпывающее представление о потерях, необходимо охарактеризовать потери в потоках создания ценности при разработке продукции и понять, почему они возникают.

## **Семь видов потерь в процессе разработки продукции**

В большинстве своем процессы разработки продукции изобилуют потерями. Потери или мұда — это любой вид деятельности, в ходе которой расходуются ресурсы, но не создается ценность для потребителя. Выявляя потери при разработке продукции, следует отталкиваться от семи видов потерь, которые выделил Тайити Оно: перепроизводство, ожидание, лишнее перемещение, излишняя или неправильная обработка, избыток запасов, лишние движения и исправление дефектов. Хотя причины потерь при разработке продукции и на производстве различны, этот список позволит выявить операции, не добавляющие ценности в процессе разработки продукции (см. рис. 5-2).

1. *Перепроизводство*. На производстве это изготовление изделий раньше, чем они понадобились потребителю или следующей операции. При разработке продукции такие потери возникают при несогласованной работе функциональных подразделений. К этой категории относится любая работа, которая выполнена до того, как следующая операция будет готова к обработке поступающего материала, и попытки приступить к параллельному проектированию, когда конструкторское решение еще не оформилось. Еще один пример перепроизводства — выполнение не той работы, результаты

Виды потерь	Описание	Примеры из области разработки
Перепроизводство	Производится больше, чем требуется для выполнения следующей операции, или раньше, чем нужно	Комплектование партий, несогласованность одновременно выполняемых задач
Ожидание	Ожидание материалов, информации или решений	Ожидание решений или поступления информации
Лишнее перемещение	Перемещение материала или информации с места на место	Избыточная информация, лишняя передача материалов из рук в руки
Излишняя или неправильная обработка	Ненужная обработка или выполнение лишней работы	Работа с частыми остановками, лишняя работа, «изобретение колеса», вариабельность процесса, отсутствие стандартизации
Избыток запасов	Неиспользуемые скопления материала или информации	Работа партиями, перегрузка системы, неравномерность поступления информации
Лишние движения	Лишние движения при выполнении работы	Преодоление слишком больших расстояний, затянутые собрания, формальные проверки
Исправление дефектов	Проверки для выявления проблем качества или исправления ошибок	Принуждение к поддержанию качества извне, исправления и доработки

**Рис. 5-2.** Семь видов потерь при разработке продукции

которой нужны следующему процессу. Часто перепроизводство возникает в результате завершения проектирования до проверки технологичности или совместимости на уровне системы.

2. *Ожидание.* На производстве рабочие простаивают в ожидании материала или наблюдают за работой автоматического оборудования. При разработке продукции кажется, что инженеры постоянно заняты делом, спешат с одного совещания на другое, сидят, напряженно вглядываясь в экран монитора. Однако нередко инженер не может заниматься своей основной задачей, поскольку не получил материала, который ему необходим в данный момент. Чтобы продолжить работу, начатую на более ранних этапах, инженерам приходится ждать проверок, решений, разрешений, информации, заказов на поставку и выполнения иных бесполезных операций. Наш опыт говорит о том, что ожидание — один из самых распространенных видов потерь в процессе разработки продукции.

3. *Лишнее перемещение.* На производстве это ненужная транспортировка деталей и изделий. При разработке продукции лишнее перемещение — это ненужная передача материала из одного функционального подразделения в другое. В первую очередь речь идет о передаче информации, будь то изображения, слова или иные данные. Лишнее перемещение снижает темпы проектирования, ведет к потерям информации и порождает безответственность. Это весьма распространенная проблема в традиционных системах разработки продукции.
4. *Излишняя или неправильная обработка.* На производстве это ненужные или неэффективные операции при обработке деталей. При разработке продукции это изъяны системы и ошибки проектирования. Надлежащее обучение и развитие персонала помогает избежать или значительно сократить число ошибок. К этой же категории относятся разработка новых компонентов вместо использования готовых комплектующих, работа с нуля вместо модификации существующих решений и разработка новых технологий для каждого проекта вместо использования стандартного производственного процесса. Еще один пример излишней обработки — ненужные переговоры при отборе поставщиков и работе с ними.
5. *Избыток запасов.* Как на производстве, так и при разработке продукции избыток запасов — это прямое следствие перепроизводства. На производстве это превышение минимального резерва, необходимого для функционирования строго контролируемой системы вытягивания. При разработке продукции это избыток информации, например чертежей, которые ожидают рассмотрения. Самый коварный вид потерь при разработке продукции — это информация, которая стоит в очереди на обработку. Часто с такой информацией связаны проблемы (к примеру, оказывается, что это не те данные, которые нужны для выполнения очередной операции) или она теряется и поступает туда, где ее ждут, с опозданием. Нередко эти проблемы обнаруживаются лишь тогда, когда выясняется, что они вызвали необходимость крупных доработок и увеличили время выполнения заказа.
6. *Лишние движения.* На производстве это любые ненужные или нерациональные движения оператора. При разработке продукции инженеры участвуют в ненужных совещаниях и бессмысленных проверках, составляют пространные отчеты о состоянии проекта. Лишние движения имеют место на так называемых просторных заводах с непродуманной организацией рабочего пространства. К ним же относятся длительные обходы производственного предприятия, во время

которых не удастся собрать информацию, необходимую для принятия проектных решений.

7. *Исправление дефектов.* На производстве это инспектирование, переделка и отходы. При разработке продукции исправление дефектов принимает форму аудитов, проверок, тестирования новых компонентов вместо использования уже опробованных, запоздалых технических изменений, лишних проверок оборудования, всевозможных доработок и переделок. Объем этих потерь так велик, что, как правило, в любой момент времени примерно треть всех наличных ресурсов занята доработками и переделками.

## Три типа потерь реально существуют

Нередко цель бережливого производства определяют как устранение потерь. Но борьба с мұда — это еще не все. Подлинно бережливое мышление не ограничивается устранением мұда, оно нацелено на ликвидацию трех взаимосвязанных типов потерь: мұда, мұра и мұри (3М).

1. Мұда — отсутствие добавления ценности. В мұда входят все семь видов потерь в производственной системе Toyota и аналогичные потери при разработке продукции, о которых рассказывалось выше. К мұда относятся любые действия, которые увеличивают время выполнения заказа и неоправданно повышают производственные затраты.
2. Мұри — перегрузка. В определенном смысле представляет собой противоположность мұда. Мұри заставляет машину, процесс или человека работать на пределе возможностей. Перегрузка людей угрожает их безопасности и вызывает проблемы с качеством. Перегрузка оборудования ведет к авариям и дефектам. Перегрузка процесса порождает длинные очереди, что увеличивает время выполнения заказа при разработке продукции, или заставляет «срезать углы», что ведет к появлению ошибок на более поздних этапах и приводит к переделкам и доработкам.
3. Мұра — неравномерность. В традиционных производственных системах поток работ неравномерен. Временами работы больше, чем могут выполнить люди и оборудование, а порой ее недостаточно. Инженерам хорошо знакома спешка при завершении отдельных этапов проекта (например, сдаче опытного образца или запуске нового изделия в производство). Такие авралы чередуются с относительно спокойными периодами. Причина неравномерности — неправильно составленный график или колебание объема работ, вызванное внутренними

проблемами, например отказами компьютерных систем или недостатком информации. Мұда — следствие мұра. При неравномерных объемах производства необходимо, чтобы количество наличных ресурсов (оборудования, материалов, людей) соответствовало максимальному объему производства — даже если его средний уровень значительно ниже.

Начиная применять методы бережливого производства, в большинстве компаний выбирают какой-нибудь процесс с неравномерным графиком работы и бросают все силы на войну с потерями, устраняя мұда. Почти всегда эта работа начинается с сокращения объема запасов и связывания отдельных операций. Далее следует перераспределение объема работ и высвобождение людей. Затем осуществляется реорганизация рабочего места для устранения лишних движений. После этого представители компании запускают систему вновь. Однако, к их смятению, «усовершенствованная» система страдает от чудовищных перегрузок. Люди оказываются загруженными работой сверх меры, количество отпусков по болезни резко возрастает, оборудование выходит из строя чаще, чем прежде, и вскоре менеджмент приходит к выводу, что, бережливое производство не работает. В этих компаниях не понимают, что прежде чем браться за внедрение бережливого производства, нужно стабилизировать систему и обеспечить равномерность, которая позволит инструментам бережливого производства работать должным образом.

Бережливое мышление помогает относительно легко выявлять и устранять потери в системе. Но чтобы создать выровненный поток работы, требуется куда больше усилий. Многие компании зацикливаются на ликвидации мұда, поскольку это обеспечивает краткосрочное снижение затрат. Порой дело доходит до крайностей — например, объем инженерно-технических работ сокращается на 10–15%. Затраты снижены — значит, компания устранила «потери». Но так ли это? С точки зрения бережливого мышления более сложная задача — это неуклонное, кропотливое устранение мұри и мұра, то есть *управление и совершенствование перегруженных, неравномерно работающих систем*. Сокращение объема инженерно-технических работ не решит ни той ни другой задачи. Напротив, оно неизбежно приведет к перегрузкам и неравномерности на других этапах процесса.

Большинство людей считают, что непрерывный поток — это *выровненный* поток. На основе такой посылки принимаются ошибочные решения, которые помогают устранить «потери» в одном виде деятельности, но уходят из виду потери на других этапах процесса. Так, создав поток единичных изделий и избавившись от запасов на нескольких рабочих местах, вы не устранили резкие колебания темпа работы и нестабильность номенклатуры продукции. Этого недостаточно, чтобы создать непрерывный поток. Таким образом мы только

получим неравномерный поток единичных изделий в режиме «старт-стоп» с чередованием перегрузки и недогрузки и риском сбоев. В таких условиях вряд ли удастся производить качественную продукцию, обеспечить высокую производительность или заниматься непрерывным совершенствованием. Непрерывный поток означает, что в потоке создания ценности устраняются *все* виды деятельности, не добавляющие ценности, и продукт *беспрепятственно* проходит путь от разработки концепции до поставки потребителю.

### **Факторы, способствующие и препятствующие потоку: подход теории очередей**

На данном этапе важно понять, почему семь видов потерь, перечисленные выше, распространены так широко. Ни одна компания не поймет, как избавиться от потерь, пока не выявит их коренные причины. Если рассматривать процесс разработки продукции как предприятие, выполняющее заказы по обработке знания, можно сделать ряд важных выводов о первопричинах потерь, опираясь на широко известные представления теории очередей. Теория очередей помогает увидеть, как традиционные подходы к разработке продукции усиливают вариабельность, присущую данному процессу, и порождают огромное количество потерь. Наибольшее число проблем порождают следующие методы работы.

- Центры разработки продукции комплектуют крупные партии материалов по завершении отдельных этапов разработки.
- Уровень производительности центров разработки продукции постоянно колеблется, а представление об их реальных возможностях отсутствует. Это порождает постоянные перегрузки в системе.
- Объем проектировочных работ непредсказуем и постоянно растет, в результате работа занимает все рабочее время всех инженеров, участвующих в реализации проекта.
- Цикличность объема работ — чередование затишья и авралов, которое сопровождается чудовищной перегрузкой системы, — значительно увеличивает время выполнения заказов и мешает уложиться в намеченные сроки.
- Низкий уровень качества работы и несоблюдение графика порождает высокую вариацию сроков завершения работ и поступления новых заданий.

Чтобы понять, какие причины ведут к появлению такого рода потерь, рассмотрим процесс разработки продукции как систему, где новые поступ-

ления (заказы на работу) формируют требования на ограниченные ресурсы, которые описываются терминами пребывания в системе, ожидания и обслуживания. Мы проанализируем традиционные методы разработки продукции в свете основных понятий теории очередей, которые хорошо разработаны применительно к производству и прекрасно освещены в книге «Природа предприятия» (Factory Physics, Spears and Hopp, 1996).

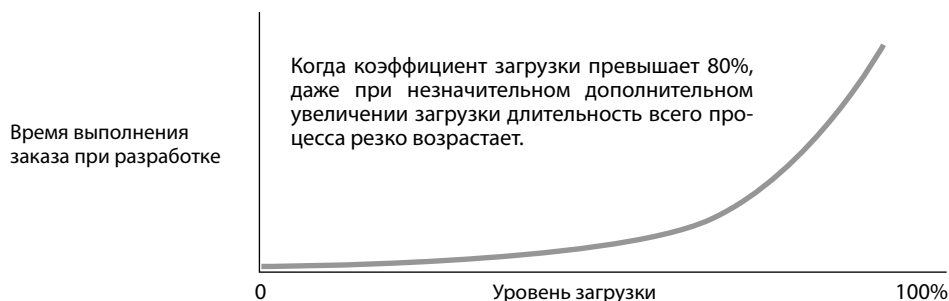
- *Правило комплектования партий:* «Продолжительность цикла на маршруте примерно пропорциональна размеру партии, обрабатываемой на данном маршруте».
- *Правило нарастания вариабельности:* «Вариабельность на более ранних этапах маршрута порождает большие объемы незавершенного производства и сильнее влияет на время цикла, чем равноценная вариабельность на более поздних этапах маршрута».
- *Правило загрузки:* «Если загрузка системы повышается в отсутствие иных изменений, наблюдается резкий нелинейный рост средней продолжительности цикла».
- *Правило вариабельности:* «При неизменном состоянии повышение вариабельности всегда ведет к увеличению среднего времени цикла и объемов незавершенного производства».

Эти принципы помогают понять первопричины основных видов потерь в системе разработки продукции. Правило комплектования партий говорит о том, что если процесс разработки продукции организован как цепочка передаточных пунктов, в которых процесс приостанавливается, а разработка продукции осуществляется при помощи множества отдельных подразделений (например, функциональных), которые пропускают через себя крупные партии информации, — объемы незавершенного производства и время выполнения заказов резко возрастают. Возьмем, к примеру, централизованный отдел технического анализа, который, получая множество запросов на проведение расчетов, выдает результаты крупными партиями. Естественно, это ведет к увеличению времени выполнения заказа. Замените технический анализ проверками высшего руководства, работой дизайнерской студии, разработкой кузова, изготовлением опытных образцов, испытаниями, автоматизированным проектированием или разработкой инструментальной оснастки, и вы увидите, что правило комплектования партий применимо к выполнению любых заказов.

Хорошо известно, что превышение производительности системы негативно сказывается на ее эффективности. Тем не менее при планировании разработки продукции производительность системы учитывается крайне редко. Кривая показывает, что при увеличении загрузки системы время выполнения заказа растет (рис. 5-3), при этом когда коэффициент загрузки



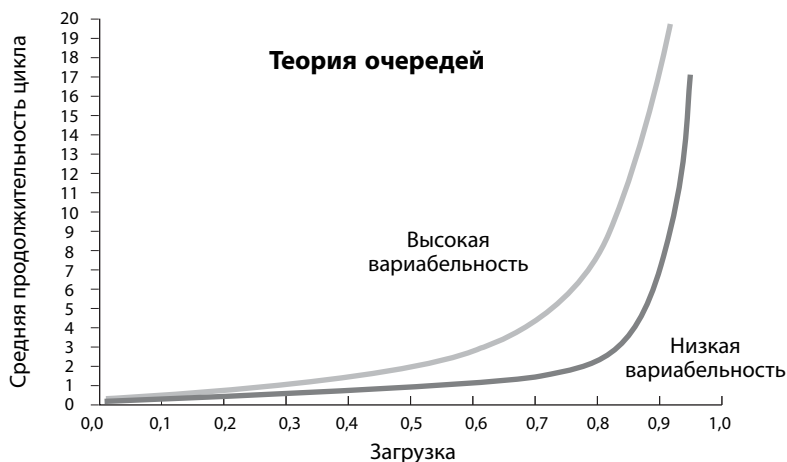
достигает 80%, оно начинает расти почти по экспоненте, то есть дальнейшее увеличение нагрузки вызывает непропорционально большее увеличение длительности всего процесса. К сожалению, обычно уровень загрузки систем разработки продукции нередко намного превышает показатель 80%.



Нелинейное соотношение уровня загрузки и времени выполнения заказа приводит к сбоям в работе системы до достижения предельной загрузки («Природа производственного предприятия», *Factory Physics*, Spears and Hopp, 1996).

**Рис. 5-3.** Влияние превышения уровня загрузки мощностей на время выполнения заказа при разработках

На рис. 5-4 показано, что негативные последствия этой взаимосвязи усугубляет высокая вариабельность, изначально присущая процессу разработки продукции.



**Рис. 5-4.** Высокий уровень вариабельности усугубляет негативные последствия превышения загрузки («Природа предприятия», *Factory Physics*, 1996)

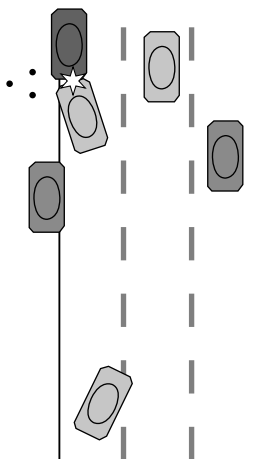
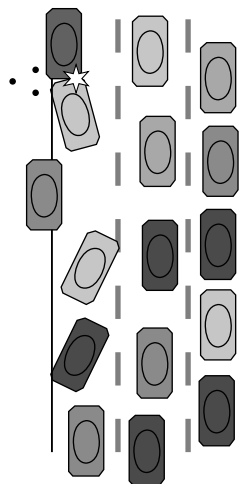
Вариабельность — определяющий фактор низкой эффективности системы. К сожалению, вариабельность характерна для большинства традиционных систем разработки продукции. Нас интересуют два вида вариабельности.

1. *Вариабельность выполнения задач.* Имеются в виду различия в методах и продолжительности выполнения конкретных задач при разработке продукции.
2. *Вариабельность поступления задач* — временной интервал между фактическим и запланированным поступлением работы. Эту вариацию часто порождают вариабельность выполнения задач и ресурсные ограничения.

Если в системе присутствуют оба вида вариации, это приводит к стремительному росту общей вариации, что наносит огромный ущерб эффективности системы. Более того, вариация, существующая на ранних этапах процесса, существенно увеличится на дальнейших этапах. Любые усилия, направленные на устранение вариабельности в начале процесса (стадия разработки концепции, в LPDS опирается на принцип 2), окупаются с лихвой. Поэтому управление вариацией и постоянный контроль производительности системы чрезвычайно важны для повышения эффективности разработки продукции.

Пожалуй, проще всего понять эти феномены с помощью следующей аналогии. Всем нам случалось попадать в дорожные пробки. Движение сначала останавливается, а затем машины трогаются с места, но едут с черепашьей скоростью. Проехав так не одну милю, мы, наконец, узнаем, почему возник затор. Оказывается, произошла пустяковая авария, из-за которой две машины и автомобиль полиции заняли одну полосу трехполосной автострады (см. рис. 5-5). Но почему это полностью блокировало движение? Если бы условия были иными (например, на дороге было бы меньше машин, то есть ее загрузка была бы ниже), помехи движению на одной полосе не вызвали бы пробки. Избыточная пропускная способность автострады помогла бы нейтрализовать вариацию. Однако, если автострада загружена на 80% и более, «изъятие из оборота» одной полосы порождает чудовищные пробки. В этом случае вариабельность (неожиданные столкновения машин и интенсивное движение в часы пик) приводит к перегрузке системы в целом и длительному времени выполнения заказа (машины движутся очень медленно).

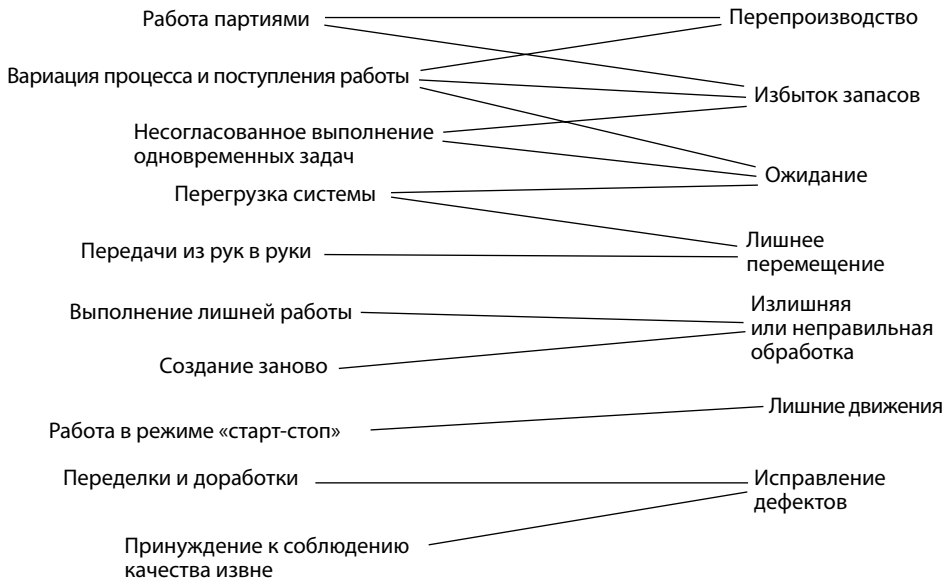
Убедительные доказательства эффективности применения принципов теории очередей к разработке продукции приводит Пол Адлер (Adler et al., 1996). Вместе с другими исследователями он изучил несколько проектов по

**Низкий уровень загрузки****Коэффициент загрузки превышает 80%****Рис. 5-5.** Теория очередей и дорожные пробки

разработке продукции и подтвердил общий вывод: реализация проекта идет без помех в периоды, когда объем работ невелик и люди не слишком загружены. Однако, когда коэффициент загрузки возрастает и достигает 70–80% производительности системы, даже небольшой рост объема работ резко увеличивает время выполнения заказа. Любая вариация в процессе (например, отсутствие или запаздывание важных данных и неправильная информация) в сочетании с увеличением объема работ вызывает сбой в системе. Чрезмерная загрузка ресурсов при разработке продукции в сочетании с высокой вариабельностью процесса — главная причина длительного времени выполнения заказов, задержек при реализации проекта и даже проблем с качеством. Регулируя загрузку системы и используя базовые инструменты снижения вариабельности времени выполнения задач и вариабельности поступления задач, компаниям удастся постепенно сократить время выполнения заказа и повысить производительность системы в целом (Adler et al., 1996).

Принципы теории очередей почти всегда помогают выявить первопричины семи видов потерь при бережливой разработке продукции. На рис. 5-6 показана взаимосвязь потерь и порождающих их факторов. Разумеется, здесь перечислены далеко не все причины потерь и обозначены далеко не все взаимосвязи между потерями и их причинами. Однако данный рисунок дает наглядное представление о системных причинах, которые можно устранить, реорганизовав систему разработки продукции.

## Раздел II. Подсистема «Процесс»



**Рис. 5-6.** Системные причины семи видов потерь при разработке продукции

Компаниям, которые продолжают рассматривать процесс разработки продукции с традиционной точки зрения, то есть как неконтролируемую цепь разрозненных, неожиданных событий, придется и впредь занимать оборонительную позицию и бороться с вариабельностью и проблемами загрузки мощностей в режиме тушения пожаров. В Toyota никогда не считали, что проблемы вариабельности неизбежны или не поддаются контролю. Далее мы расскажем о действенных средствах, которые позволяют Toyota устранять первопричины потерь в процессе разработки продукции и обеспечивать поток процесса. Подробный анализ показывает, что многие методы, применяемые Toyota с самого начала процесса, прекрасно согласуются с основными положениями теории очередей.

## Выровненный поток вместо неразберихи: кенто и поток

Toyota атакует потери с самого начала процесса бережливой разработки продукции. Третий принцип LPDS гласит: *обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранних стадиях проектирования досконально изучить альтернативные варианты*. В предыдущей главе подчеркивалось, что правильный старт чрезвычайно важен для выравнивания объема работ.

Управление портфелем, планирование цикла и жесткий график использования общих ресурсов на входе процесса — вот предварительные условия выравнивания объема работ в системе бережливой разработки, которая имеет дело со множеством продуктов. Решающее значение для создания потока на этапе выполнения работ в Toyota имеет период кенто, когда межфункциональные команды работают над предупреждением возможных сбоев, вырабатывают базовую стратегию проектирования и выстраивают иерархию целей и задач, ориентированную на концепцию главного инженера. Как отмечалось выше, этап кенто позволяет взять под контроль или изолировать значительную часть вариации при разработке продукции, что позволяет Toyota сосредоточиться на результате.

Согласуя цели и задачи функциональных подразделений и временно разрабатывая контрмеры, Toyota обеспечивает поток процесса и синхронизирует работу функциональных подразделений. Такой подход помогает компании сокрушить смертельного врага потока при разработке продукции — *незапланированные запоздалые технические изменения*. Такие изменения дезорганизуют процесс, повышают затраты и снижают качество. Разумеется, хотя в Toyota стараются избегать технических изменений после выпуска комплекта итоговой документации, отдельные исправления и доработки при создании столь сложного продукта, как автомобиль, неизбежны. Чтобы минимизировать негативный эффект этих изменений, Toyota подчиняет их общей логике процесса.

## Роль логики процесса

В первом приближении логика процесса определяет последовательность задач, которые нужно выполнить, чтобы создать новый продукт и сами задачи. Она отражается в пошаговом описании процесса, на основе которого составляется график работ. Логика процесса диктует, кем и когда выполняются конкретные виды работ, какие решения нужно принять проектной команде на каждом этапе процесса разработки продукции. Речь идет не о детальном описании предстоящей работы, а об общей схеме на макроуровне, которая координирует действия всех участников процесса. Подробные инструкции по выполнению работ создаются и корректируются функциональными подразделениями, которые досконально знают тот или иной процесс. Централизованное управление сводится к незначительному количеству необходимых необременительных проверок. Чтобы изложить требования к процессу разработки продукции на макроуровне, достаточно менее 200 одностраничных карт, которые покажут общее состояние проекта и послужат ранним предуп-

редительным сигналом в случае возникновения проблем. Все участники знают эти требования и подчиняются им. Сама по себе логика процесса не может обеспечить поток, но ее несостоятельность вызывает необходимость переделок и доработок, порождает потери и тем самым препятствует потоку.

Распространенное упущение при непродуманной логике процесса — плохая синхронизация последовательно выполняемых задач. Так, если технологи начинают работать с проектными данными до окончательного утверждения конструкции, неизбежные технические изменения сведут плоды их трудов на нет. Другой пример: в ряде испытаний и проектно-конструкторских работ не предусматривается достаточно времени на анализ результатов испытаний и разработку контрмер. Последний пример нарушения логики процесса: команду принуждают принимать решения или брать на себя обязательства в отсутствие достаточного количества достоверной информации (Ward et al., 1995). Инженеры, удрученные нарушением логики процесса, часто пытаются решить проблемы обходным путем, что увеличивает вариацию в системе разработки продукции и создает дополнительные помехи потоку.

При разработке продукции в Toyota составление графиков начинается с *изучения логики процесса и поэтапных требований*, что позволяет сбалансировать потребности всех проектов. Во-первых, графики составляются таким образом, чтобы поддерживать равномерную загрузку ресурсов. Во-вторых, разрабатываются общие графики проектирования всех подсистем автомобиля, где учитывается содержание и продолжительность работ. Компания составляет отдельные графики для трансмиссии, шасси и корпуса кузова, которые позднее сводятся воедино. Toyota оценивает каждый новый продукт и потребности производства с учетом объема работ по каждой из этих подсистем. Объем работ определяет сроки завершения этапов для каждой подсистемы, а высокоуровневый график обусловлен изменениями в отдельных подсистемах.

Макроуровневая логика процесса Toyota отличается изящной простотой. Она обеспечивает централизованное управление и разумное распределение ответственности, позволяя избежать потерь, связанных с громоздкими сводными планами работ в традиционных системах разработки продукции, где чудовищная сложность графиков часто мешает их соблюдению.

## **Выравнивание объема работ, планирование цикла и распределение ресурсов**

В большинстве компаний разработка продукции — это циклический процесс, и попытки выровнять объем работ могут свести с ума. Однако без этого нельзя добиться эффективного использования ресурсов и ускорить

поставку товара на рынок. Выравнивание объема работ должно предшествовать выполнению работы; в процессе бережливой разработки продукции оно предшествует определению облика. На самом деле оно начинается одновременно с планированием ассортимента портфеля продуктов и ресурсов, которое предваряет выполнение работы.

Планирование нового продукта начинается с анализа эффективности существующего портфеля продуктов. Задача такого анализа — выявить потенциальные возможности и упущения и решить, какие продукты следует начать разрабатывать. План цикла — документ, в котором указаны сроки разработки конкретных продуктов. Поскольку этот план определяет потребности системы разработки продукции в ресурсах, важно, чтобы он был относительно стабилен. Однако экономические факторы и острая конкуренция могут сделать поддержание стабильности очень непростой задачей. Расстановка сил на рынке стремительно меняется, и чтобы выжить, компания должна уметь быстро реагировать на изменение условий. Циклические всплески и спады спроса на ресурсы наносят ощутимый ущерб системе разработки продукции. Острота этой проблемы напрямую связана с масштабами деятельности организации. Чем шире ассортимент продукции компании, тем серьезнее проблема. Toyota решает эту проблему несколькими способами.

## Использование общих платформ

В 1992 Toyota перестроила свою стратегию проектирования платформ, создав центры разработки автомобилей. Каждый центр имеет собственный плановый отдел, в штате которого работает 170–200 сотрудников (Cusumano & Nobeoka, 1998). Этот отдел отвечает за выполнение следующих задач:

- изучение перспективных концепций;
- планирование портфеля продуктов;
- планирование затрат (учитывая унификацию продуктов);
- распределение ресурсов.

Поскольку *группа планирования* каждого центра разрабатывает планы, ориентированные на использование общих платформ, число продуктов сокращается, а следовательно, план разработки продуктов становится менее масштабным и сложным. Кроме того, создание центров, которые занимаются родственными продуктами, и стратегия проектирования платформ помогли повысить точность прогнозов и улучшить коммуникацию. В итоге вносятся меньше изменений в уже составленные планы. (О центрах разработки автомобилей будет подробно рассказано в главе 8.)

## **Скольльзящий график запуска в производство**

Планируя обновление продуктового ряда, Toyota выравнивает объем работ во времени. Полная модернизация всех автомобилей, которыми занимается отдельный центр, никогда не планируется на один и тот же год. Компания использует несложные графики в виде таблиц, где строки соответствуют моделям автомобилей, с которыми работает данный центр, и столбцы — годам. Как правило, Toyota каждый год осуществляет крупную модернизацию одного автомобиля, незначительно модернизируя внешний вид других моделей. Таким образом, объем работ из года в год остается постоянным.

В идеале инженерам Toyota хотелось бы, чтобы ежеквартально в производство запускалось одинаковое количество моделей. Однако этому препятствуют законы рынка. Время запуска автомобиля в производство определяют отделы продаж и маркетинга, а их не интересует мнение инженеров. Поэтому инженерам приходится мириться с тем, что в конце лета и начале осени у них начинается горячая пора, так как большая часть автомобилей запускается в производство именно в этот период. Кунихико Масаки, бывший президент Технического центра Toyota, поясняет:

Как правило, сроки запуска обновленных моделей в производство указаны в плане, но последнее слово остается за отделом продаж, который решает, когда следует приступить к изготовлению того или иного автомобиля. Иногда есть возможность отложить или ускорить запуск в производство на несколько месяцев. В техническом центре составляется скольльзящий график разработки автомобилей на основе табло ямадзуми, которое учитывает соотношение объема работ и численности персонала. Генеральные менеджеры подразделений подают в отдел технического управления свои предложения по составлению скольльзящего графика. Если объем работ слишком велик, можно подключить к работе персонал Toyota Auto Body, Kanto Auto Body, ARACO, Central, Hino и Daihatsu.

## **Завершение разработки продукции**

Этап завершения разработки резко отличается от этапа кенто — изучения. В период старта проектные команды выявляют, изучают и решают потенциальные проблемы, принимают стратегические проектные решения, разраба-



тывают контрмеры и ставят задачи функциональным подразделениям. По завершении фазы кенто можно приступать к детализовке, созданию опытных образцов и разработке инструментальной и технологической оснастки. На этом этапе Toyota берет на себя полную ответственность за создаваемый продукт и начинает вкладывать значительные средства в оснащение производства и выбор поставщиков. Поэтому в этот период огромное значение приобретают высокие темпы разработки, быстрота выполнения заказа, высокая точность исполнения, направленные на своевременный выпуск продукта на рынок. С этого момента цель Toyota — оптимизировать капиталовложения, обеспечить оперативную поддержку процесса или разработку соответствующей технологии, принимать решения с учетом ценности для потребителя и мгновенно реагировать на изменения в конкурентной среде. Один из самых эффективных способов ускорить процесс — создать поток, синхронизируя различные виды деятельности по разработке продукции.

## **Синхронизация работы внутри и между функциональными подразделениями**

Речь идет как о межфункциональной синхронизации, так о согласованном выполнении операций в каждом из подразделений. При разработке продукции в поток создания ценности входят все виды работ, которые осуществляются различными функциональными подразделениями: от планирования до запуска в производство. Создать процессный поток в проектно-конструкторских подразделениях необходимо, но недостаточно для создания единого потока. Чтобы поток не прерывался, когда материал передается из одного функционального подразделения в другое, межфункциональные команды разработки модулей должны координировать и синхронизировать работу разных подразделений. Параллельное проектирование делает *межфункциональную синхронизацию* еще более важной, поскольку одновременное выполнение разных видов работ в отсутствие интеграции может породить огромный объем переделок и доработок. Эффективная межфункциональная синхронизация в системе бережливой разработки продукции требует глубокого понимания:

- методов выполнения работы;
- конкретных функций и обязанностей каждого из участников;
- того, какие данные нужны на входе и выходе, какова взаимосвязь отдельных видов деятельности;
- последовательность выполнения задач во всех подразделениях.

Если участники начальных этапов процесса четко знают эти требования, они представляют, какая информация нужна участникам более поздних этапов для успешного выполнения работы. И наоборот, участники более поздних этапов могут откорректировать процесс таким образом, чтобы извлечь максимальную пользу из имеющейся информации. Далее будут рассмотрены несколько методов, с помощью которых Toyota поддерживает поток, синхронизируя деятельность функциональных подразделений и операции, выполняемые в отдельных подразделениях.

Важную роль в обеспечении того и другого вида синхронизации играют инженеры по параллельному проектированию. Как рассказывалось в главе 4, они курируют разработку конкретных деталей на протяжении всего проекта — с самых ранних стадий до запуска в производство, — выполняя обязанности ведущих технологов. Это позволяет поддерживать стабильные темпы разработки и не допускать задержек при передаче информации и компонентов из одного подразделения в другое. При традиционном процессе разработки продукции такие задержки неизбежны. Благодаря таким инженерам участники процесса не тратят лишнего времени, переключаясь с одной задачи на другую. Инженеры по параллельному проектированию отвечают за своевременное принятие решений, регулярно обмениваются информацией со специалистами функциональных подразделений и следят, чтобы дело шло без помех, в особенности на этапах, требующих взаимодействия разработчиков и технологов. Инженеры по параллельному проектированию имеют обширный опыт принятия решений, передачи знаний и координации работы как внутри, так и за пределами собственного подразделения. Включение инженеров по параллельному проектированию в команды разработки модулей способствует росту ответственности в системе бережливой разработки продукции.

## **Примеры межфункциональной синхронизации**

Интеграция — один из лучших способов синхронизировать работу различных функциональных подразделений. Именно такой подход Toyota применяет на ранних стадиях проектирования, когда инженеры по параллельному проектированию, имеющие разную производственную специализацию, вместе с дизайнерами и разработчиками работают над созданием реализуемой конструкции. Совместная работа специалистов разных функциональных подразделений в командах, которые занимаются отдельными подсистемами автомобиля (команды разработки модулей), например внешними панелями кузова или его днищем, позволяет параллельно разрабатывать процессы и

продукт. Это резко отличается от проверки технологичности конструкции постфактум — подхода, который порождает огромные объемы переделок и доработок.

Другим примером межфункциональной синхронизации может служить процесс разработки штампов. В Toyota вначале разрабатывают внешние элементы штампа и только потом переходят к внутренним. При наличии стандартизированных производственных процессов этот подход позволяет максимально использовать данные, доступные на ранних стадиях проекта, поскольку тип детали и ее габариты становятся известны гораздо раньше, чем форма выступов, расположение отверстий и т.д. Благодаря использованию стандартных элементов, таких как газовые пружины и направляющие втулки, значительную часть работ по разработке штампов можно выполнить до того, как станет известна точная геометрическая форма штампуемой детали.

Процесс разработки продукции в Toyota включает и другие мероприятия: поэтапный анализ проекта, сборку опытных образцов и проверки конструктивного соответствия компонентов. Все они помогают синхронизировать работу различных функциональных подразделений в режиме реального времени. При анализе проекта или сборке опытного образца инженеры и поставщики должны представить чертежи, детали опытного образца и результаты испытаний. Это позволяет координировать действия в режиме онлайн. При проектировании штампов учитываются результаты проверки конструктивного соответствия компонентов, которые осуществляются на протяжении всей разработки. При проведении всех перечисленных мероприятий ведущие члены команд собираются для обмена информацией и внесения изменений в процесс. При необходимости инженеры принимают оперативные решения в режиме реального времени, а одновременно выполняемые задачи по внесению технических изменений координируются для поддержания потока.

## Обеспечение гибкости

Используя методы бережливой разработки продукции, описанные в данной книге, Toyota удалось создать относительно предсказуемый и воспроизводимый процесс разработки продукции. Благодаря стандартизации и составлению четких графиков Toyota может предсказывать всплески и спады на протяжении жизненного цикла проекта. Предсказуемый и воспроизводимый процесс разработки продукции помогает планировать ресурсы. Это не значит, что Toyota удастся контролировать загрузку и равномерно распределять

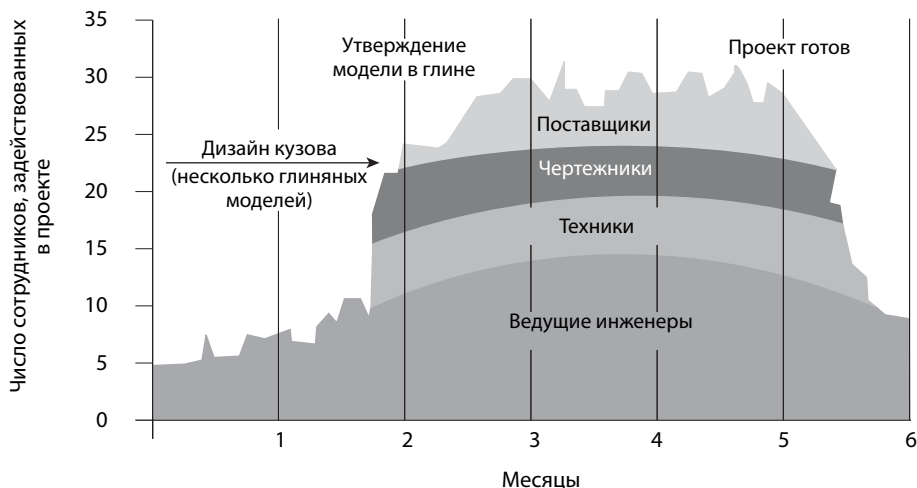
ресурсы на протяжении всего проекта — это невозможно из-за естественного чередования приливов и отливов. Однако, предвидя эти приливы и отливы, Toyota может при необходимости использовать *систему гибкого регулирования мощности*, в плановом порядке подключая дополнительные инженерные ресурсы.

*Гибкое регулирование мощности* осуществляется двумя способами: 1) с помощью привлечения дочерних компаний и 2) гибкого управления персоналом. Такие компании, как Toyota Auto Body или Toyota Auto Loom (сейчас называется Toyota Industries), играют роль предохранительного клапана. Эти дочерние компании находятся под полным контролем Toyota и прекрасно разбираются в методах Toyota и ее стандартах и могут взять на себя любую часть работ по проекту. Персонал этих компаний подготовлен не хуже чем на Toyota, и ему не требуется много времени, чтобы подключиться к реализации проекта. Поэтому привлечение сторонних компаний не связано с дополнительными операционными издержками, без которых, как правило, не обходятся традиционные отношения с поставщиками. Практика привлечения дочерних компаний согласуется с весьма эффективной стратегией многоканальной системы с единой очередью (Norpp and Spearman, 1996) и стратегиями гибкого регулирования мощности, рекомендованными в работе Лока и Тервиша (Loch & Terwiesch, 1999) для других отраслей.

Применяя стратегию *гибкого управления персоналом*, Toyota аккумулирует и предоставляет в распоряжение высококвалифицированных технических специалистов. Хотя каждая проектная команда включает выделенную группу опытных инженеров, ее можно пополнить техниками и чертежниками, которые выполняют детализовку в САПР. В гибком использовании персонала Toyota помогают и специально отобранные поставщики (см. рис. 5-7). Таким образом, командам предоставляются дополнительные ресурсы лишь там и тогда, где и когда это необходимо, в соответствии с принципом точно вовремя.

Основа гибкого регулирования мощности в системе бережливой разработки продукции Toyota — это стандартизация, которая обеспечивает феноменальные темпы работы и высокое качество продукции. Выйти на сравнимый уровень гибкости без жесткой стандартизации профессиональных навыков, конструкции и процесса (три оси стандартизации) невозможно, поскольку кривая обучения ресурсов будет слишком крутой. *Парадокс стандартизации и гибкости* мы будем рассматривать в главе 6.

Нельзя не отметить и благотворное влияние стандартизации на возможности планирования и, как следствие, на повышение стабильности системы. Если вариабельность в системе снижается, сроки выполнения стандартизированных задач становятся более стабильными и предсказуемыми. Таким образом, снижается вариация времени выполнения задач. Отдельные операции



**Рис. 5-7.** Гибкое управление персоналом в Toyota позволяет работать с невыровненным потоком

выполняются своевременно, а процесс в целом идет по графику. Это в свою очередь снижает вариабельность поступления задач. В результате проекты по разработке продукции завершаются в намеченные сроки, а значит, нет необходимости торопиться или изменять графики отдельных проектов. В таких условиях можно точнее планировать мощности.

Благодаря стабилизации цикла Toyota поддерживает высокие темпы выпуска продукции. Способность компании оперативно откликаться на требования рынка означает, что она может быстро использовать появляющиеся возможности, не занимаясь постоянным запуском и свертыванием различных инициатив, как более медлительные организации.

## Детальные (фундоси) графики как средство борьбы с неравномерностью

Умение составлять точные, продуманные графики — одно из важнейших условий выравнивания объема работ при управлении множеством проектов. Как отмечалось в главе 4, многопроектное управление применяется при управлении комплексом технологий и взаимосвязей при разработке разнообразных сложных продуктов. Многопроектное управление оптимизирует использование общих ресурсов. В системе бережливой разработки продукции над каждым проектом

работают специалисты одних и тех же подразделений, а опытные образцы, инструменты и технологическая оснастка изготавливаются на одном и том же оборудовании. Понятно, что если проекты будут одновременно претендовать на одни и те же ресурсы, а темпы их реализации будут отличаться от запланированных (из-за несоблюдения промежуточных сроков, установленных графиком), это создаст задержки, препятствующие проектированию.

Для создания автомобиля нужны сотни инженеров, тысячи деталей, узлов и инструментов, сложное оборудование. Кроме того, требуется множество испытательного оборудования, чтобы обеспечить качество, эффективность и безопасность. Если при этом учесть число одновременно ведущихся разработок, вы поймете, как сложно все это организовать. Полная централизация быстро показывает свою несостоятельность — выполнение множества специализированных задач делает этот подход слишком громоздким и неточным. Подход, ориентированный исключительно на функциональные подразделения, не позволяет должным образом синхронизировать их работу при одновременном выполнении множества проектов. При таком подходе проектные команды сосредотачиваются на достижении частных целей в ущерб проекту в целом. При составлении графика в сложных условиях важно планировать лишь те моменты, которые определяют достижение целей, и избегать потерь, связанных с избытком информации и ложным ощущением контроля.

В Toyota строго придерживаются графиков, понимая, что для управления ограниченными ресурсами, совместно используемыми множеством проектов, чрезвычайно важно неукоснительно соблюдать все промежуточные сроки. Поставщики Toyota знают ее трепетное отношение к соблюдению сроков и стараются сделать все, чтобы не нарушить график. Благоговение, с которым в Toyota относятся к графику, может показаться невероятным в традиционных системах разработки продукции. Все участники проектов разработки продукции в Toyota понимают, что своевременное завершение промежуточных этапов чрезвычайно важно для управления совместно используемыми ресурсами. Тот, кто не выполнит требования вовремя, не получит послаблений, но будет вынужден «встать в конец очереди». Этот порядок соблюдается очень строго, и инженеры Toyota нередко готовы спать на татами рядом с испытательным стендом, если это нужно, чтобы вовремя завершить цикл испытаний.

## **Детальные (фундоси) графики работы функциональных подразделений**

Логика синхронизированного процесса и стандартизированные требования к отдельным этапам позволяют проектным командам сосредоточиться на

деталей в рамках функциональных подразделений, — изготовлении опытных образцов, испытаниях, создании штампов и инструментов. Детальные графики в Toyota часто называют графиками фундоси. Фундоси — это древний, традиционный предмет мужского нижнего белья, подобие набедренной повязки из длинного и узкого полотнища, которое оборачивается вокруг тела. Применительно к составлению графиков этот термин отчасти сохраняет прежнюю коннотацию, поскольку графики фундоси действительно и длинные, и всеобъемлющие. На функциональном уровне команды обладают необходимыми техническими знаниями, чтобы составлять и соблюдать такие графики, подчиняя их базовым требованиям проекта. Команды во всех подробностях отслеживают создание каждой детали и инструмента. Подготовка специальных станков и испытательного оборудования ведется и отслеживается в соответствии с почасовым графиком. Детали инструментов и штампов поступают в ячейки точно вовремя, а режущий инструмент подается к фрезерным станкам именно в тот момент, когда нужно обрабатывать соответствующие детали. Ежеутренние обходы предприятий и большие доски с почасовыми графиками позволяют ознакомиться с требованиями к выполнению конкретной работы. Такая визуальная коммуникация на рабочем месте дает возможность быстро выявлять и решать проблемы.

### **Скользящий график выпуска документации для обеспечения потока между функциональными подразделениями**

Увидеть потери, связанные с обработкой партий на производстве, нетрудно, — груды дорогостоящих запасов занимают полезное пространство, скрывая проблемы качества и замораживая ресурсы. При разработке продукции все далеко не так очевидно — на столах инженеров не увидишь груды запасов, — но это не меняет сути дела. Если конструкторская документация выпускается партиями, технологам приходится ждать информации, чтобы приступить к работе. Если к ним поступает крупная партия документации, — такая, что они не в состоянии ее обработать, информация оседает в различных регистрах, ожидая, пока кто-то выполнит поступившие распоряжения, примет решение или приступит к следующему этапу.

В процессе бережливой разработки продукции проектные команды договариваются о *скользящем графике выпуска конструкторской документации*, что упрощает работу на дальнейших этапах. Документация по более трудоемким в технологическом отношении деталям, для изготовления ко-

торых требуется более сложное оснащение, выпускается в первую очередь, а менее сложные компоненты разрабатываются позднее. Такой порядок облегчает и процесс проектирования. После разработки более крупных и сложных деталей разработка менее важных компонентов — опор, кронштейнов, ребер жесткости — ведется с учетом параметров уже готовых составляющих.

## **Обеспечение потока процесса при несерийном производстве**

Несерийное производство опытных образцов и инструментов — неотъемлемая часть системы разработки продукции. Чтобы обеспечить единый поток создания ценности при разработке продукции, нужно поставить эту непредсказуемую, «кустарную» работу на бережливые рельсы. Можно привести ряд примеров применения принципов бережливого производства к изготовлению штампов. Для обработки деталей штампа на станочном участке цеха по изготовлению штампов необходима сама деталь, управляющая программа и режущий инструмент. Детали штампов в Toyota подаются к станку непосредственно перед началом обработки вместе с комплектом заточенных инструментов, уложенных на специальной тележке. Управляющие программы загружаются с общего диска по мере необходимости (вытягивание). Обработанные детали штампов точно вовремя подаются в стандартизированные сборочные ячейки, структура которых соответствует конструкции и семейству штампов. Все это относится и к комплектующим, которые закупаются у поставщиков, — их сборка выполняется с соблюдением подробных, стандартизированных инструкций. Это позволяет создать поток на сборочном участке и сокращает сроки создания штампов столь радикально, что они составляют малую толику от времени, которое тратят на аналогичную работу конкуренты Toyota.

Появление материальных объектов на этапе изготовления инструмента и технологической оснастки делает запасы более заметными. Однако в условиях несерийного производства обнаружить запасы бывает не так-то просто. В Toyota конструкторская документация по деталям штампов и отливкам выпускается по скользящему графику, что позволяет создать поток как у поставщиков, так и в собственном инструментальном цехе. После проверки функциональности штампа с помощью компьютерного моделирования готовая документация отправляется поставщикам литейных моделей. Модели отгружаются по мере изготовления, а отдельные отливки поступают в инструментальный цех не ранее чем за два дня до их обработки на станке.



Благодаря скользящему графику процесс создания штампов в Toyota позволяет избежать традиционного комплектования партий и выполняется при практически полном отсутствии запасов в рекордные для отрасли сроки.

### **Определение ритма проектно-конструкторских работ и сокращение времени управленческого цикла**

При бережливом производстве время такта рассчитывается как отношение времени на изготовление продукции к потребительскому спросу. Оно определяет темп работы и ассортиментную структуру при выполнении производственных операций. Хотя в процессе бережливой разработки продукции нет точного эквивалента времени такта, чрезвычайно важно определить *ритм проектно-конструкторских работ*, чтобы обеспечить согласованность различных видов деятельности и стабильное и равномерное движение вперед. После того как вы устранили потери и создали выровненный поток в процессе разработки продукции, вам понадобится механизм, который поможет поддерживать единый, стабильный ритм функционирования системы. Toyota *регулирует темпы* разработок, используя несколько механизмов. Во-первых, компания согласует темпы разработки с мероприятиями на низовых уровнях, выполняемых для реализации базовых задач проекта. Единый ритм работы задает регулярность анализа состояния проекта. Инженеры и поставщики приходят на обсуждение результатов проекта с опытными образцами, результатами испытаний, нерешенными вопросами и т.д. Все это дает главному инженеру возможность определить (из первоисточника), выполняется ли план. Главный инженер беспощадно критикует представленную работу и задает вопросы, которые позволяют выявить потенциальные проблемы. Любой, кто посетил хотя бы одно из подобных мероприятий, знает, что скрыть недобросовестную работу практически невозможно. Ты либо готов, либо нет, и истинное положение дел выясняется очень быстро. Инженеры усердно готовятся к таким проверкам, поскольку они служат важными вехами в работе команды, ведь намеченное нужно выполнить точно в срок. Любые вопросы или проблемы сразу же обсуждаются.

На более поздних этапах процесса разработки продукции главный инженер с той же целью использует этапы сборки опытных образцов и проверки конструктивного соответствия компонентов. Эти действия имеют ту же направленность, что и анализ проекта. Они приурочены к определенным этапам процесса и позволяют главному инженеру внести важный вклад в разработку конструкции и создание инструментальной и технологической оснастки именно тогда, когда проектные команды нуждаются в его помощи. Это тоже способствует стабильному движению вперед. Как и перед анализом

проекта, все участники напряженно трудятся, готовясь к этим мероприятиям по системной оценке. К примеру, задача проверки конструктивного соответствия компонентов — оценить качество стыковки штампованных панелей кузова и на основе этих данных принять решения, касающиеся штампов.

На низовом уровне ведущие специалисты проектно-конструкторских подразделений через день встречаются с главным инженером в обоя, чтобы проанализировать состояние проекта, обсудить нерешенные вопросы и достижение намеченных показателей. Эти встречи непродолжительны и носят деловой характер, основное внимание в них уделяется ситуациям, которые представляют собой отклонение от нормы (подобно принципу дзидока на производстве). В инструментальном цехе группа руководителей каждое утро обходит все участки, сверяя текущее состояние деталей с почасовым графиком и при необходимости принимая экстренные контрмеры, и помогает участникам проекта подготовиться к таким важным событиям, как оценка опытного образца.

Такая интегрированная система методов, задающих ритм, имеет и еще одно преимущество. Она сокращает время управленческого цикла, а значит, дает возможность при необходимости быстро откорректировать курс и нацелить команду на решение определенной задачи. Время управленческого цикла — это период времени между проверками, которые выполняет менеджмент, или время, которым располагают инженеры для завершения определенного этапа работ. В системе бережливой разработки продукции управленческий цикл длится немногим более суток. Однако в тех компаниях, где управленческий цикл не имеет четкого значения, могут пройти месяцы, прежде чем кто-либо удосужится взглянуть на результаты работы и обнаружить проблемы. Именно так было у одного из поставщиков комплектующих. Поработав с авторами данной книги, он учредил четкий график еженедельных проверок, для визуального отображения хода работ использовал доски. Это значительно снизило время выполнения заказа.

### **Использование дзидока и пока-ёкэ для поддержания потока разработки продукции**

В бережливом производстве дзидока (автономизация) нацелена на выявление отклонений и быстрое принятие мер. Реализовать этот принцип помогает использование инструментов визуального менеджмента, таких как андон (например, когда рабочий на линии дергает шнур, загорается лампочка). Эти инструменты очень важны для разработки продукции, ведь здесь необходимо быстро выявлять отклонения и устранять проблемы. В системе разработки продукции Toyota для этой цели применяется ряд инструментов, в том числе контрольные листки. Проектная группа вывешивает в обоя пе-

речень конкретных целей и отслеживает их достижение по ходу работы над проектом. Это пример применения дзидока и визуального менеджмента в системе разработки продукции Toyota.

Применяемая в Toyota система параметрического автоматизированного проектирования — пример использования технологии для выявления отклонений. При изменении конструкции отдельных компонентов система вносит необходимые изменения в конструкцию всех сопрягаемых деталей и соответствующих инструментов. В случае ошибки, например, если заданные условия вызывают разрушение детали, система уведомляет об этом всех разработчиков, участвующих в проекте. При этом любые проектно-конструкторские работы и инженерные расчеты в Toyota ведутся с пониманием всей системы (автомобиля) в целом. Это значит, что все инженеры и разработчики имеют доступ к документации по любым узлам и деталям и могут посмотреть, как планируемые ими изменения отразятся на других деталях.

Пока-ёкэ (предупреждение ошибок) — еще одна концепция, которая помогает обеспечить непрерывный поток в производственном процессе Toyota. Предупреждение ошибок сокращает продолжительность проверок и высвобождает время на встраивание качества. Родственная концепция — это контроль на рабочем месте. Вместо проверки третьими лицами в конце процесса ответственность за контроль качества возлагается на того, кто выполняет технологическую операцию. При разработке продукции философия пока-ёкэ выражается посредством:

- контрольных листов;
- подробных стандартных планов проведения испытаний;
- матриц качества компонентов;
- стандартной компоновки;
- использования одних и тех же компонентов в разных автомобилях;
- стандартизированных производственных процессов.

Контрольные листки направляют инженеров в процессе разработки продукции и позволяют избежать ошибок при проектировании. Планы проведения испытаний стандартизированы по видам деталей и содержат требования и сроки для каждой разрабатываемой детали. Кроме того, для каждой детали составляется подробная матрица качества, где описан стандартный производственный процесс, и влияние отдельных технологических операций на конструктивные характеристики. Матрица качества (см. главу 15) содержит рекомендации по разработке, ориентированные на процесс бережливого производства. Использование стандартной компоновки при создании новых продуктов позволяет Toyota поддерживать стабильный уровень парамет-

ров автомобиля — устойчивости к столкновениям, удобства управления и шумовых характеристик. То же самое относится к использованию одних и тех же комплектующих в разных моделях. И наконец, поскольку конструирование новых деталей ориентировано на стандартные производственные процессы, качество и производительность Toyota неизменно высоки. Система бережливой разработки продукции предупреждает сбои до их появления, что помогает добиваться предсказуемых результатов.

## **Вытягивание информации в системе разработки продукции**

Система вытягивания в бережливом производстве построена так, чтобы операции, расположенные ближе к концу потока создания ценности, сигнализировали предшествующим операциям о своих потребностях (спросе). Это помогает избежать перепроизводства. Средством такого оповещения обычно служат карточки канбан. При разработке продукции объектом потока становятся знания и информация. При разработке автомобилей современная технология обеспечивает головокружительную скорость передачи информации. Однако далеко не вся информация нужна каждому участнику процесса. Система бережливой разработки продукции использует вытягивание для сортировки огромного массива данных, чтобы соответствующие специалисты вовремя получали нужную информацию. *Основной элемент (материал) в процессе разработки продукции — это знания.*

В Toyota крайне редко прибегают к массовому оповещению персонала. Здесь считают, что каждый инженер должен вытягивать релевантную информацию оттуда, где она есть. Он должен уметь отыскивать и получать необходимую информацию, будь то расчетные данные, которые хранятся в системе сбора данных, сведения об эксплуатационных характеристиках выпускаемых автомобилей или мнение высшего руководства. Этому правилу подчиняются все — от новичка до главного инженера. Такой подход весьма эффективен, поскольку любой участник процесса имеет доступ к проектным данным и всегда может поговорить с главным инженером.

К примеру, на низовых уровнях проектной иерархии все инженеры несут ответственность за бенчмаркинг компонентов, которые они разрабатывают. Они должны собрать релевантную информацию, которая может повлиять на процесс разработки — ознакомиться с последними достижениями в развитии технологии, тенденциями развития отрасли и ассортиментом продукции поставщиков и конкурентов. Когда начинается этап выполнения работ, технологи, приступая к созданию штампов и технологической оснастки,

вытягивают проектные данные из системы сбора данных. Все инженеры вытягивают информацию о соответствующих требованиях из контрольных листов, которые обновляются по завершении каждого проекта.

Опыт поставщика, упомянутого выше (компания со слишком длительным управленческим циклом), показывает, как система бережливой разработки продукции связывает отдельные процессы. Составив карту процесса создания ценности, этот изготовитель сидений увидел, что партии информации выталкиваются на очередную операцию. Конструкторское бюро отправляло сотни чертежей в отдел снабжения и заказывало сотни деталей, чтобы впоследствии изготовить сотни вариантов опытных образцов и т.д. Чтобы решить эту проблему, компания перешла к скользящему графику выпуска документации. При новой системе на следующую операцию в назначенный срок направлялась документация всего по нескольким видам сидений. При этом стали проводиться еженедельные проверки, для чего в каждом функциональном подразделении, включенном в цепочку добавления ценности, были установлены доски для визуального отслеживания хода работ. Такие доски (они называются «доски вытягивания») нужны главным образом для того, чтобы сигнализировать о том, какая информация нужна другим подразделениям. В результате стало значительно проще определить, когда понадобится та или иная информация. Задержки информации обнаруживались в течение недели, а не нескольких месяцев. Этот пример говорит о том, что для бесперебойного вытягивания данных в процессе бережливой разработки продукции нужно сократить время управленческого цикла.

## **Объединение операций в единый поток**

Чтобы создать поток и связать отдельные операции, на производстве часто используются ячейки. Для создания ячейки берется оборудование с разных участков и komponуется в соответствии с движением продуктового потока. Это позволяет быстро обрабатывать изделия, поступающие в ячейку, по одному. Там, где создание ячеек невозможно, предусматриваются небольшие буферные запасы, между процессами создаются системы вытягивания. Общий принцип бережливого производства — составить график работы одного из участков (процесса, задающего ритм) и обеспечить вытягивание материала к этому участку. График работы процесса, задающего ритм, не вполне соответствует порядку поступления заказов от потребителя, поскольку потребительский спрос редко бывает стабильным. Отдел управления производством выравнивает график процесса, задающего ритм, с учетом показателей потребительского спроса. Так обеспечивается выровненное вытягивание материала

с предшествующих процессов и в конечном счете от поставщиков. Скорость выполнения процесса, задающего ритм, т.е. время такта, — это средний темп выровненного потребительского спроса за определенный период.

В процессе бережливой разработки продукции эквивалентом ячейки для обработки потока единичных изделий становится межфункциональная команда, которой поручена разработка изделия. Такая команда по мере надобности в нужной последовательности выполняет соответствующие операции. В определенном смысле именно этим занимается инженер по параллельному проектированию и межфункциональная команда разработки модулей. Эта виртуальная ячейка по мере необходимости вытягивает извне информацию и материалы. К сожалению, текущие операции на производстве регламентированы куда более жестко, чем процесс разработки продукции. Однако, как уже говорилось в этой главе, при разработке продукции Toyota применяет аналогичные принципы снижения вариабельности процесса и в значительной мере предупреждает переделки и доработки за счет жесткой дисциплины выполнения работ и соблюдения графика. Компания выравнивает объем работ путем детального планирования, гибко регулирует производительность, подключая резервные ресурсы в периоды всплеска объема работ, и создает поток с помощью скользящего графика выпуска документации и межфункциональной синхронизации, координируя работу системы за счет механизмов регулирования ритма.

Но хотя эти механизмы весьма важны и полезны, для построения бережливого процесса их недостаточно. На этом этапе читателю должно быть понятно, что бережливый процесс требует дисциплины и стандартизации. Речь об этом пойдет далее.

### ***Резюме принципа 3***

#### ***Обеспечить выровненный поток процесса разработки продукции***

Чтобы сделать разработку продукции более эффективной, полезно рассматривать ее как процесс. Процесс бережливой разработки продукции имеет ряд отличительных черт.

- Используйте кенто, или этап изучения, при разработке концепции, чтобы выявить и решить как можно больше потенциальных технических проблем. Это позволит снизить вариацию в начале потока создания ценности.
- Четко определите логику процесса, выделив разумное количество управляемых этапов и видов деятельности.

- Синхронизируйте деятельность функциональных подразделений.
- Выровняйте объем работ, тщательно планируя цикл создания продукта. Это даст возможность регулировать производительность системы.
- Применяйте стратегию гибкого регулирования производительности, чтобы предотвратить сбои в периоды всплеска объема работ.
- Составляйте графики согласованной работы функциональных подразделений и детальные графики работ внутри подразделений, чтобы синхронизировать различные виды деятельности и устранить вариацию.
- Составьте скользящий график передачи информации из одного функционального подразделения в другое, определив приоритетность и очередность выполнения отдельных задач.
- Установите ритм выполнения проектно-конструкторских работ и непродолжительное время управленческого цикла, чтобы обеспечить согласованную работу системы и расчет реальных сроков завершения отдельных этапов.
- Строго придерживайтесь плана работ и следите за соблюдением графиков, чтобы устранить вариабельность поступления задач.
- Используйте контрольные листки и планы стандартизированной разработки деталей, чтобы устранить вариабельность выполнения задач.
- Встраивайте качество на каждом этапе процесса и не передавайте проблемы на следующий этап.
- Создайте систему и культуру, при которых инженеры вытягивают знания по мере надобности, а не захлебываются в море информации.
- Встройте в базовый процесс обучение и непрерывное совершенствование.

У нас получился достаточно длинный список, но именно совокупность всех этих методов позволяет наладить выровненный поток и создать управляемый процесс, который можно совершенствовать с помощью кайдзен.





## **Применять жесткую стандартизацию, чтобы снизить вариацию, повысить гибкость и обеспечить предсказуемость результатов**

Стандартизация, которой мы достигли сегодня, — стартовая площадка для совершенствования, которое будет завтра. Если вы воспринимаете стандарт как лучшее из существующего сегодня и понимаете, что его предстоит совершенствовать завтра, — у вас есть перспективы. Но если вы считаете, что стандарт — это все, прогресс останавливается.

*ГЕНРИ ФОРД*

Стандартизированная работа — одна из важнейших составляющих производственной системы Toyota, где любые операции расписаны по секундам и согласованы со временем такта — темпом потребительского спроса. Применим ли такой же подход к проектно-конструкторской работе? Стандартизация времени такта возможна для некоторых рутинных операций, например, простейшей работы в САПР, однако инженеры, которые переходят от решения одной крупной задачи к другой и сталкиваются с большим количеством факторов неопределенности, не могут точно определить начало и окончание той или иной работы.

Когда авторы посоветовали инженерам стандартизировать свою работу, ответы были вполне предсказуемы: «Мы люди творческие», «Мы не занимаемся однообразным ручным трудом», «Нам нужна возможность свободно планировать свое рабочее время, чтобы творить». Вполне естественно, что инженерам, которые разрабатывают продукцию, сложно понять, как можно сочетать творчество и стандартизацию. В то же время процесс разработки продукции в Toyota показывает, что различные виды стандартизации повышают гибкость и темпы работы проектных

команд, точность, надежность, качество и предсказуемость результатов. Кроме того, стандартизация сокращает объем потерь, тем самым снижая затраты.

Стандартизация и дисциплина — самые мощные орудия организации, занимающейся разработкой продукции. Они помогают противостоять разрушительному воздействию вариации, которое отмечалось выше в контексте рассмотрения теории очередей. Именно стандартизация — один из основных факторов успеха Toyota в разработке продукции. Жесткая стандартизация конструкции дает возможность широко использовать общие платформы, включая в их состав важнейшие узлы и подсистемы и применяя единую технологию. Это снижает затраты и повышает качество. Унифицированная конструкция, ориентированная на предсказуемые процессы бережливого производства, обеспечивает стабильные эксплуатационные характеристики кузова, что значительно упрощает проведение испытаний. Стандартные процессы разработки продукции формируют атмосферу доверия и обеспечивают высокие темпы работы благодаря точной синхронизации. Все это помогает успешно управлять сложнейшим процессом разработки новых автомобилей. Стандартные процессы производства и испытаний гарантируют неизменно высокое качество и непревзойденный уровень бережливого производства, изначально накладывая вполне понятные ограничения на процесс разработки продукции. И наконец, стандарты знаний и навыков, необходимых для выполнения проектно-конструкторских работ, помогают Toyota возвращать блестящих инженеров и обеспечивать высокую эффективность процесса разработки продукции. Эти стандарты способствуют взаимному доверию совместно работающих специалистов. Стандартизация, которая никоим образом не умаляет значение самостоятельности и креативности инженеров, в сочетании со стремлением Toyota к совершенству, — основа высокого профессионализма и воодушевляющей атмосферы гордости, солидарности и взаимного уважения, равных которым нет в отрасли.

### **Три вида стандартизации**

Как отмечалось ранее, в системе бережливой разработки продукции существует три вида стандартизации: стандартизация конструкции, стандартизация процесса и стандартизация знаний и навыков специалистов, которые занимаются проектно-конструкторской работой. Дав краткие определения трех видов стандартизации, мы рассмотрим каждый из них в контексте процесса разработки продукции в Toyota.

1. *Стандартизация конструкции.* Это стандартизация конструкции и компоновки изделия и его компонентов. Она включает использование стандартных, проверенных узлов и деталей в различных моделях автомобилей, создание новых моделей на базе существующих платформ, модульную структуру и проектирование с учетом стандартов бережливого производства. Все это позволяет создать надежную конструкцию, пригодную для многократного использования.
2. *Стандартизация процесса* предполагает стандартизацию задач, инструкций по выполнению работы и последовательности выполнения задач в процессе разработки продукции. Данный вид стандартизации распространяется на процессы производства и испытаний продукции.
3. *Стандартизация профессиональных знаний и навыков.* Это стандартизация навыков и умений инженерно-технического персонала. Принципы развития и обучения людей требуют практического применения освоенных навыков. Это весьма действенный подход, который нередко упускается из виду.

## Стандартизация конструкции и контрольные листки

Любопытно, что многие проектно-конструкторские стандарты Toyota не содержат конкретных указаний «делай то, не делай это». Чаще стандарты устанавливают соотношения и описывают физические процессы. Используя стандарты типа «если, то», инженеры Toyota могут свободно и самостоятельно творить, соблюдая требования бережливого производства. Не ограничивая инженеров жестко заданными «точечными» параметрами, проектно-конструкторские стандарты помогают выявлять оптимальный комплекс решений.

Проектно-конструкторские стандарты встроены в набор подробных контрольных листков по отдельным деталям и процессам, выражаются в использовании общих компонентов, стандартных подсистем и унификации конструкции автомобиля. Об эффективности стратегии унификации конструкции рассказывалось в главе 4. Далее мы остановимся на ключевом инструменте стандартизации разработок — инженерных контрольных листках. Глава 15 иллюстрирует эту концепцию конкретными примерами и рассказывает о кривых компромиссных характеристик и их использовании для выявления комплекса оптимальных решений.

Разумеется, инженерные контрольные листки — не изобретение Toyota. Скорее всего они появились в Toyota вместе с главными инженерами, ко-

торые пришли в компанию из авиационной промышленности, переживавшей упадок (см. главу 7). Контрольные листки предназначены для того, чтобы не забыть сделать определенные вещи. В зависимости от подхода к их применению они могут быть весьма эффективными или абсолютно бесполезными. Контрольный листок будет полезен, если строго соблюдать порядок его заполнения и регулярно обновлять информацию. В противном случае от него нет никакого толку. К сожалению, во многих компаниях не налажены ни дисциплина внесения корректив в контрольные листки, ни их эффективное использование.

В идеале в контрольном листке по проектно-конструкторским работам собраны представления о правильных и ошибочных методах работы, накопленные компанией за долгие годы. Они включают сведения о заданных рабочих характеристиках и критических зонах сопряжения деталей, параметры, определяющие качество, требования к технологичности и стандарты, позволяющие широко использовать единые компоненты. Контрольные листки Toyota наглядны и продуманы до мелочей. В них отражены все аспекты работы и особенности конкретных деталей. Тому, кто не знает, какой тщательности Toyota требует от своих инженеров, они могут показаться чересчур подробными. Контрольные листки для сложных деталей включают сотни параметров. Любопытно, что хотя контрольные листки весьма подробны и содержат массу узкоспециальной информации, большинство инженеров, с которыми мы беседовали, наизусть знали контрольные листки не только по собственным, но и по сопряженным деталям, и по соответствующим производственным процессам. Это свидетельствовало о том, что они пользуются данным инструментом давно и регулярно и чувствуют себя хозяевами происходящего.

Хотя практика проектно-конструкторских работ и имеет научную основу, по сути это искусство, которое опирается на неявное знание, приобретаемое опытом и размышлениями. Разработчик оценивает множество сложным образом взаимодействующих переменных и далеко не всегда может предсказать лучшее решение заранее. Этот навык нарабатывается, а его развитию способствует философия кайдзен, согласно которой обучение — это бесконечный процесс, поскольку всегда есть возможность узнать больше. Стимулом для кайдзен при выполнении проектно-конструкторских работ служит непреходящее стремление к совершенству. Именно оно заставляет систематически обращаться к контрольным листкам, проверять свою работу и совершенствоваться.

Отсутствие стандартизации мешает компании учиться на собственном опыте и осваивать бережливое мышление. Любая компания, которая пытается внедрить те или иные новшества, не занимаясь стандартизацией,

просто блуждает по лабиринту. Опираясь на голословные утверждения, она повторяет одни и те же ошибки и выбирает из огромного количества вариантов тот, который, как выясняется позднее, уже использовался ранее. В Toyota разработка продукции базируется на систематическом научном подходе. Здесь проверяют, оценивают, стандартизируют, совершенствуют и вновь проверяют, строго придерживаясь цикла «планируй — делай — проверь — действуй», с которым десятки лет назад компанию познакомил Деминг. Toyota неустанно стандартизирует передовые практики сегодняшнего дня. Стандарты корректируются по мере накопления новой информации и нового опыта, поэтому закрепленные в них методы остаются передовыми.

Стандарты встроены в контрольные листки, которые в Toyota применяются на всех этапах разработки, начиная с дизайна и заканчивая запуском в производство. Прорабатывая различные варианты решений совместно со старшими инженерами отдела разработки кузова и технологического отдела, дизайнеры постоянно обращаются к контрольным листкам по конструкции и процессу, обсуждая каждую деталь, пока не выявят самый подходящий вариант. Таким образом, Toyota удается создавать технологичные продукты с первого раза, тогда как инженеры НАС обычно анализируют почти готовые конструктивные решения с учетом сиюминутных требований, что неизбежно ведет к изменениям на более поздних этапах. Перед запуском автомобиля в производство контрольные листки помогают проверить точность штампов и инструмента и убедиться, что инструменты, штампы и производственное оборудование обеспечивают заданные характеристики узлов и деталей.

Все это означает, что в Toyota используется огромное количество контрольных листов. Они содержат информацию по каждой детали, каждому правилу, каждому стандартному способу обработки деталей и каждому диапазону приемлемых и недопустимых значений. Любой инженер Toyota имеет сборники стандартов, с которыми сверяется, оценивая каждую деталь каждого узла. Рассказывая о структурированной и систематической работе с контрольными листками на семинарах или в ходе аудиторных занятий, авторы слышали немало любопытных и неожиданных замечаний. В любой аудитории кто-нибудь обязательно задаст следующий вопрос:

Не пора ли сделать контрольные листки электронными? Мы слышали про этот метод Toyota и планируем усовершенствовать его, создав интерактивную базу данных с системой перекрестных ссылок. Эта база данных, включающая все стандарты, будет доступна пользователям корпоративной интрасети. У нас есть подразделение, которое готово разработать такую базу данных на самом современном уровне. Делается ли что-то подобное в Toyota?

На этот вопрос трудно ответить однозначно. Во-первых, нужно сказать, что Toyota уже сделала определенные шаги в этом направлении и перевела большую часть контрольных листков и стандартов в электронный формат. Во-вторых, создание электронной базы данных не гарантирует успеха и не решает главных проблем, а значит, *такая база данных вполне может оказаться бесполезной*.

На самом деле то, как создаются и обновляются контрольные листки — на бумажных носителях или в электронном виде, — вторично. Куда важнее решить, как распределять роли и обязанности. Кто заполняет контрольный листок? Кто его применяет? Каковы конкретные обязанности того, кто отвечает за использование контрольных листков и их обновление? В Toyota применение контрольных листков определяется основным принципом функционирования организационной структуры (она рассматривается в главе 8): «Работа в команде — важнейший фактор обеспечения высокого качества, однако за любое дело должен отвечать конкретный сотрудник». Ответственность за контрольные листки возлагается на функциональные группы, которые занимаются отдельными подсистемами.

Так, начальник группы проектирования дверей отвечает за обновление информации в контрольном листке по проектированию дверей и следит, чтобы этот контрольный листок использовался всеми разработчиками. За контрольные листки по дверям совместно отвечают отдел разработки кузова и отдел организации производства. Начальник группы из отдела организации производства отвечает за контрольные листки, в которых описана технология обработки деталей двери и конструктивные особенности, обеспечивающие их технологичность. В начале нового проекта инженер, отвечающий за разработку дверей, запрашивает последнюю версию контрольного листка в отделе организации производства и изучает его наряду с контрольным листком отдела разработки кузова. Занимаясь проектно-конструкторской работой, он обязан учитывать требования обоих листков.

Таким образом, *за использование и обновление контрольных листков отвечают те, кто применяет их в работе. С точки зрения бережливого мышления эта обязанность не может возлагаться на подразделение информационных технологий*. За контрольный листок отвечают не «инженеры вообще», а вполне определенный инженер, разрабатывающий конкретную деталь автомобиля. Именно он должен координировать усилия всех специалистов, работающих над данной деталью, и включить накопленные знания, информацию, опыт — назовите это, как хотите, — в соответствующий контрольный листок.

В главе 5 рассказывалось, как Toyota реализует стратегию гибкого регулирования производительности, привлекая дочерние компании, находящиеся

под ее полным контролем, и используя резерв квалифицированных специалистов, которые в нужный момент подключаются к реализации проекта. Проектно-конструкторские стандарты и строго регламентированный процесс позволяют инженерам и чертежникам дочерних компаний не тратить времени на раскочку. Чертежники специализируются на отдельных деталях и отлично знают соответствующие стандарты. Они умеют применять контрольные листки, выполнять сечения и использовать стандартные компоненты с учетом пространства проектных параметров — оно определяется с помощью сканирования поверхности глиняной модели и чертежей кузова K4, — для окончательной проработки конструкции автомобиля с целевыми характеристиками. При необходимости они могут оставить неизменной апробированную геометрию детали, чтобы сохранить технологичность и эксплуатационные качества автомобиля, такие как устойчивость к столкновениям и уровень шума и вибрации. Это позволяет сократить число испытаний и, следовательно, изготавливать меньше опытных образцов. Кроме того, это уменьшает количество запоздалых технических изменений, а значит, помогает избежать потерь в процессе разработки продукции. Имея в своем распоряжении опытный инженерно-технический персонал, вооруженный инструментами стандартизации, Toyota быстро и качественно осуществляет проектно-конструкторские разработки, гибко регулируя производительность. Далее будет дано несколько примеров контрольных листов.

## Стандартизация процесса

Этот вид стандартизации дает возможность заниматься параллельным проектированием, синхронизируя деятельность функциональных подразделений, и добиваться исключительных темпов разработки автомобилей. Речь идет о стандартизации типовых задач, а также последовательности и продолжительности их выполнения. Такая стандартизация — основа непрерывного совершенствования процесса разработки продукции. Стандартизация процесса предотвращает возникновение варибельности поступления задач, о которой рассказывалось в предыдущей главе. Только с помощью такой стандартизации можно достоверно знать, чем и когда занимаются другие функциональные подразделения и в какой момент соответствующее подразделение должно обеспечить ввод необходимой информации. И наконец, строгая дисциплина процесса в сочетании со стандартными процессами разработки — это единственно возможный способ управлять «фабрикой разработок» и оценивать ход работ по отдельным проектам.

Как отмечалось в главе 5, где речь шла о логике процесса, процесс бережливой разработки продукции предполагает централизованный контроль базовых требований к стандартному процессу с целью обеспечить синхронизацию. В Toyota (см. главу 4) это означает, что во многих проектах используются общие (высокоуровневые) понятия об этапах и параметрах сроков, а выполнение отдельных операций контролируется на уровне каждого функционального подразделения. Подробные графики выполнения каждого проекта разрабатываются с использованием обеих стандартизированных структур.

В NAC, в отличие от Toyota, стандартизацией основных этапов занимается руководство, которое чрезвычайно подробно описывает результаты, которых должны добиться функциональные группы к концу каждого из этапов (так называемая модель постадийного контроля). Обязанность изыскать пути достижения этих результатов возлагается на проектные и функциональные группы. В то время как в Toyota проектно-конструкторские подразделения стандартизируют средства разработки продукта, исходя из требований к проекту в целом, администрация NAC пытается стандартизировать лишь результаты разработок.

В отсутствие жесткой стандартизации и единой компоновки NAC не располагает эффективной стратегией гибкого регулирования производительности, что вызывает периодический дефицит важнейших ресурсов в процессе разработки продукции. NAC тоже привлекает к работе инженеров поставщиков и поручает проектирование сторонним организациям, однако, поскольку профессиональные знания и навыки, конструкция и процесс не стандартизированы, результаты такой работы часто оставляют желать лучшего, а передачи материала из рук в руки резко повышает затраты, причем вина за это обычно возлагается на поставщиков.

Стандартизированные процессы, которые определяют порядок работы на уровне функциональных подразделений, помогают гибко регулировать производительность и выравнивать объем работ. Без стандартизации невозможно реализовать третий принцип LPDS — обеспечить выровненный поток процесса разработки продукции. Хорошо известно, что стабильность — необходимое условие создания потока при бережливом производстве. То же самое справедливо и в отношении разработки продукции. Стандартизация обеспечивает стабильность, последовательные и непротиворечивые требования и предсказуемые результаты. Без этого нельзя создать поток.

Стандартизированный процесс разработки продукции имеет еще одно преимущество — он способствует четкому обмену информацией и улучшает взаимопонимание между функциональными подразделениями, поскольку единые подходы помогают находить общий язык.



## **Стандартизированный процесс организации производства в Toyota**

Благодаря стандартизации, когда инженеры отдела разработки кузова приступают к работе с оцифрованными данными поверхности глиняной модели, отдел организации производства может приниматься за детальную разработку технологического процесса. Группы, которые занимаются разработкой штампов, технологической оснастки, фиксаторов и технологии их обработки, начинают предварительную работу. Группы отдела организации производства отслеживают эволюцию конструкции деталей, стараясь извлекать максимум из пока еще неполной проектной информации и идти в ногу с разработчиками. Отдел организации производства приступает к параллельному проектированию лишь когда конструкторское решение приобретает определенность. При таком порядке эффективный поток процесса предотвращает необходимость разорительных переделок и доработок на дальнейших этапах. Параллельное проектирование в отсутствие синхронизации нередко приводит к слишком поспешному выполнению работы на основе неполных данных или непродуманных идей. Это неизбежно вызывает необходимость последующих доработок и порождает потери. Помимо вездесущих контрольных листков, о которых рассказывалось выше, отдел организации производства использует сендзу, подробные чертежи каждой детали. Сендзу, которые обновляются по завершении каждого проекта и направляются соответствующим функциональным группам, содержат исчерпывающую информацию об изготовлении конкретной детали и оптимальных методах работы, в том числе об изменении геометрических параметров при изготовлении, принципах крепления, местах сварных соединений и т.д.

### **Разработка штампов в Toyota**

В этот напряженный период группа разработки штампов применяет стратегию гибкого регулирования производительности, привлекая к работе стажеров. Процесс бережливой разработки продукции предполагает разбивку сложной задачи по разработке штампов на ряд стандартизированных действий, а САПР обеспечивает общий доступ к банку данных по стандартным компонентам. Поэтому над одной и той же конструкцией могут одновременно работать несколько специалистов разной квалификации. Это ускоряет разработку и помогает гибко распределять персонал, который по мере высвобождения переключается на проработку других деталей. При этом чрезвычайно важно учитывать готовность деталей кузова, так как отдел разработки кузова выпускает итоговую документацию

в определенной последовательности. Данные об этих деталях доступны специалистам отдела организации производства благодаря единой базе данных, поэтому соответствующая информация *вытягивается* по мере необходимости.

Как отмечалось выше, межфункциональная синхронизация стандартных процессов позволяет разработчикам начинать работу над отдельными деталями, опираясь на неполные данные. По мере проработки конструкции деталей разработчики штампов *вытягивают* нужную информацию и доводят работу до конца. На этом этапе отдельные несложные задачи, не требующие высокой квалификации, могут выполняться стажерами, которые помогают разработчикам. Такой процесс возможен лишь благодаря стандартизации, которая одновременно поддерживает все три подсистемы бережливой разработки продукции — процесс, инструменты и технологию и людей. Весьма эффективным средством такой стандартизации служат сендзу. Сендзу по штампам включают подробные сведения о форме зажимных приспособлений, деформации и радиусах изгиба. Комплекты сендзу по конкретной модели автомобиля содержат важную информацию, чрезвычайно важную для эффективной разработки штампов.

## **Разработка технологического процесса и фиксаторов**

Стандартные производственные процессы и унификация конструкции позволяют приступить к предварительной разработке фиксаторов на ранних стадиях процесса, после того как определился внешний облик автомобиля. Фиксатор — это элемент формообразующего штампа, который удерживает листовой металл в процессе штамповки. Фиксаторы очень важны для качественной штамповки, и их создание может быть непростой задачей из-за сложной геометрической формы. При их разработке нередко приходится оценивать деформируемость штампуемых деталей с помощью компьютерного моделирования и анализа методом конечных элементов (FEA, Finite Elements Analysis). NAC в отсутствие стандартизации конструкции и процесса вынуждена выполнять анализ методом конечных элементов для всех штампуемых деталей, что при ограниченных ресурсах порождает чудовищные задержки в процессе. Поскольку в Toyota геометрические параметры деталей и производственные процессы стандартизированы, при разработке продукции менее трети штампуемых деталей требуют анализа методом конечных элементов. Две трети деталей не нуждаются в таком анализе, что помогает избежать появления узких мест и очередей, а следовательно, снизить вариабельность процесса разработки продукции. Кроме того, это сокращает среднюю продолжитель-

ность производственного цикла и существенно снижает затраты, что дает компании конкурентные преимущества на следующем этапе процесса бережливой разработки продукции.

## Производство инструмента и штампов в Toyota

На этом этапе, который включает отливку, станочную обработку, испытания и апробирование инструмента и штампов, принципы бережливого производства Toyota непосредственно влияют на процесс разработки продукции, поскольку изготовление инструментов и штампов — тоже разновидность производства. Точные, подробные стандарты конструкций штампов позволяют Toyota на данном этапе применять принципы бережливого производства к процессу разработки продукции, что служит важным конкурентным преимуществом системы бережливой разработки продукции. В среднем на изготовление крупного комплекта штампов, например штампов для боковых панелей кузова, уходит менее четырех месяцев. За это время компания успевает осуществить отливку, станочную обработку, сборку и предварительную отладку штампов в заводских условиях. Конкуренты Toyota тратят на ту же самую работу 10–12 месяцев, поскольку им каждый раз приходится решать весь комплекс задач с нуля. Из цеха штампы отправляются на штамповочный участок для отладки в условиях производства. Одновременно производится отладка автоматики и фиксаторов, необходимых для работы с заготовками. На это уходит по шесть–восемь часов один-два раза в неделю, что в общей сложности составляет еще месяц-два. Используя стандартные конструкции и современные технологии, Toyota значительно сократила количество опытных образцов при создании инструментальной оснастки, что дает ощутимую экономию времени и денег. Ниже речь пойдет о стандартных сроках разработки штампов и инструментальной оснастки в Toyota. Специальные проекты выполняются гораздо быстрее.

## Типовые сроки производства штампов и инструментов

Конструкторы подразделяют все штампы на несколько категорий — от A0 до D. Для каждого вида используются свои фрезерные станки, вырубные прессы и сборочные участки. Те, кто знаком с производственной системой Toyota, поймет, что речь идет о *семействах продуктов* и закрепленных за ними поточных линиях. A0 — это крупные штампы для изготовления наружных деталей, требующих первого класса чистоты обработки поверхности, A — крупные штампы для внутренних деталей, и так далее до штампов D-класса для изготовления более мелких деталей методом последователь-

ной штамповки. Каждый штамп располагается на линии, использующей оборудование соответствующей производительности. Такая классификация штампов дает возможность применять стандартизированные методики и укладываться в стандартные сроки, а значит, составлять более точные графики и добиваться предсказуемых результатов. В качестве инструмента визуального менеджмента на заводе используются большие доски, на которых отражаются задачи, выполняемые конкретными подразделениями, с указанием сроков. Эти доски, которые помогают отслеживать ход работ по часам и держать всех участников процесса в курсе требований графика, ежедневно проверяет руководство завода. Нужно еще раз подчеркнуть, что стандартизация процесса бережливой разработки продукции снижает вариабельность процесса и сокращает продолжительность производственного цикла.

С помощью САПР инженеры проверяют соответствие конструкции штампа стандарту, а затем осуществляют трехмерное моделирование матрицы и пуансона в сборе, чтобы обеспечить необходимые зазоры, функциональность и технологичность. После окончательной проработки составляются инструкции по стандартизированной работе. На них же ориентируются производственники при станочной обработке моделей штампов. Данный этап устраняет необходимость изготовления и оценки опытных образцов. На изготовление моделей у Toyota уходит неделя или менее, а отливка штампов занимает еще десять дней. Для сравнения можно сказать, что североамериканским конкурентам Toyota требуется три недели на изготовление моделей и еще четыре недели на отливку.

### **Станочная обработка штампов в Toyota**

Благодаря детально проработанной конструкции штампов и стандартизированному процессу их изготовления в Toyota большую часть работ по изготовлению штампов выполняется с помощью прецизионных фрезерных станков, что сокращает время доводки отдельных деталей вручную и продолжительность отладки. Все это дает Toyota преимущества перед ее североамериканскими конкурентами. Кроме того, Toyota запатентовала несколько режущих инструментов специального назначения, которые повышают точность станочной обработки, что делает процесс бережливого производства штампов еще более предсказуемым и эффективным. За счет прецизионной обработки в Toyota полностью избавились от ряда вторичных операций, необходимых при традиционном подходе, в том числе ручной шлифовки и подгонки деталей штампа. Бережливое производство штампов в Toyota позволяет компании применять соответствующие методики, в частности

быструю переналадку на станочном участке и подачу комплектов режущего инструмента по принципу точно вовремя. Это увеличивает полезное время работы станка, что добавляет ценность. Рядом со станками висят детальные, почасовые графики работ, которые строго соблюдаются операторами. Директор завода и его команда анализируют эти графики во время ежедневных обходов.

### **Сборка штампов в Toyota**

После станочной обработки детали и узлы штампов подаются в ячейки для сборки на участок, соответствующий категории штампов. Всего существует пять таких участков, на каждом из которых размещено несколько сборочных «линий». В состав каждой линии входит несколько рабочих мест или ячеек, отвечающих за определенные этапы сборки. Детали штампов и комплектующие, закупаемые у поставщиков, подаются в соответствующую ячейку точно вовремя, — так поддерживается непрерывный поток процесса сборки. Так же как на обычной сборочной линии, в каждой ячейке выполняется несколько сборочных операций, после чего штамп передается в следующую ячейку для продолжения процесса. Порядок работы стандартизирован до мелочей, а время выполнения операций в отдельных ячейках выровнено (в расчете на дни), что обеспечивает синхронизированный поток на сборочном участке. Это снижает вариацию, делает результаты более предсказуемыми и дает возможность с первого взгляда определить этап сборки. На всех сборочных участках установлены доски с графиками. Зная график, каждый участник процесса старается выполнить работу в срок.

Все ячейки оснащены сборочными инструментами и запасом крепежных элементов (штифтов, болтов, винтов и т.п.) для выполнения соответствующих операций. Все принадлежности для сборки размещены в зонах удобной досягаемости. Разметка на полу показывает, где должны лежать детали штампов, все ручные инструменты находятся на своих местах, размещение станков продумано, а монтажные столы с промаркированными стойками и ящиками сгруппированы вокруг рабочей зоны. Пневматические инструменты подвешены на специальных подъемниках, при необходимости они подаются в зону работы и убираются за ее пределы после использования. Даже комплектующие, закупаемые у поставщиков, подаются на рабочее место точно вовремя, поэтому рабочим не приходится оставлять ячейки и заниматься поисками нужных деталей и инструмента. Персонал, занимающийся сборкой штампов, напоминает команду, производящую замену шин гоночного автомобиля, — каждый знает свои задачи и выполняет их четко и профессионально. При этом все занимаются кайдзен, к примеру

изыскивают возможности избежать переворачивания штампа в процессе сборки, — обычно это весьма трудоемкая операция, которая требует использования кран-балки.

Сборщики обучены выполнению смежных операций и отладке. Операции, освоенные каждым сборщиком, вносятся в таблицу, вывешенную на участке. Уровень оплаты зависит от уровня квалификации. Все монтажники получают фиксированную зарплату и дополнительное вознаграждение за сверхурочную работу. Во всех ячейках каждого сборочного участка есть свои контрольные листки, которые используются как источник справочной информации при выполнении работы и как инструмент обеспечения качества. Лидер ячейки обращается к контрольному листку, принимая решение о передаче штампа на следующее рабочее место. Такая передача — основная форма контроля качества в процессе сборки. Как и при разработке модели штампа, бумажные чертежи не используются: все сборщики обучены работе с САПР и могут проверить любые конструктивные данные на компьютере, который находится рядом с ячейкой. Конструкторы и инженеры по организации производства регулярно посещают сборочные участки, выявляя возможности совершенствования конструкции и методов работы вместе с персоналом сборочного цеха.

### **Разработка технологии сборки автомобиля в Toyota**

Разработка технологии сборки в Toyota входит в обязанности отдела организации производства и осуществляется в тесном контакте с группой разработки штампов. Задача состоит в том, чтобы разработать инструменты и технологию сборки «черного» кузова из штампованных панелей. Этот сложный процесс требует точного позиционирования крупных штампованных деталей, их фиксации, и, как правило, точечной сварки. Изготовление внешних панелей, например пассажирских дверей, капота и дверей багажника, включает дополнительную операцию — завальцовку припуска наружной панели поверх внутренней панели для надежного соединения этих деталей перед установкой на автомобиль. Это требует разработки и изготовления сложной и весьма дорогостоящей оснастки, создания ячеек для сборки отдельных узлов и наладки линий сборки кузова.

Стандартизируя принципы крепления, этапы проверок, сварные швы и т. д., Toyota первой научилась разрабатывать штампованные детали и сборочные узлы так, чтобы было можно собирать разные кузова на одной линии. Одно из последних достижений Toyota — ввод в действие универсальных линий сборки кузова в рамках проекта «Голубое небо» (Blue Sky). Этот проект выводит процесс сборки кузова на новый уровень. Чтобы

привести проектно-конструкторские и технологические стандарты в соответствие с этими революционными инновациями, необходимо тесное сотрудничество отдела организации производства и отдела разработки кузова. По словам Ацуси Ниими, бывшего президента и генерального директора Toyota Manufacturing в Северной Америке, новая система позволит заменить пятьдесят грузовых паллет, которые требовались для каждого из типов кузовов при старой системе, одной универсальной паллетой. Эта паллета, похожая на подъемник для горнолыжников, удерживает кузов изнутри с помощью специальных программируемых фиксаторов. Новая система позволяет сократить количество сварочных агрегатов и повышает качество кузова и гибкость производства. Теперь на одной линии можно собирать восемь видов кузовов, причем, чтобы перейти с одной модели на другую, достаточно заменить одну универсальную паллету другой. Ниими-сан утверждает, что благодаря вводу в эксплуатацию нового кузовного цеха занимаемая площадь сократилась на 50%, затраты на выполнение новых проектов снизились на 50%, а затраты на освоение сборки дополнительного кузова на существующей сборочной линии уменьшились на 70%. Таков эффект внедрения новой технологии. Все это было бы невозможно без совместной работы проектно-конструкторских и технологических подразделений, которые разработали эффективные стандарты конструкции и процесса, и без культуры сохранения наработанных достижений. Toyota внедрила универсальные линии сборки кузова по всему миру. В результате разработка любого автомобиля выполняется теперь с учетом требований стандартного сборочного процесса.

## **Стандартизация профессиональных знаний и навыков**

Большинство компаний, размышляя о стандартизации, редко уделяют внимание стандартизации знаний и навыков. Однако это один из основных принципов создания системы бережливой разработки продукции. Такая стандартизация сплачивает команду, существенно повышает темпы разработки и снижает вариабельность выполнения задач в процессе разработки. Менеджеры могут более гибко распределять задания, а уверенность руководителей и членов команды в достижении предсказуемых результатов растет. Созданная в Toyota культура высокого профессионализма — необходимое условие доверия между специалистами и эффективной работы команд в любой обстановке. Далее мы остановимся на некоторых методиках, с помощью которых Toyota последовательно стандартизирует профессиональные знания и навыки, начиная с процесса найма. Преимущества процесса

развития персонала подробно рассматриваются в главе 9, которая посвящена седьмому принципу LPDS: повышать уровень технических знаний и навыков.

Процесс отбора кандидатов на инженерные должности в Toyota весьма длителен и строг: проходят только 1,1% претендентов (Krampr, 2001). Инженер, поступивший на работу в Toyota, с первого дня начинает осваивать комплекс знаний и навыков в соответствии со стандартным процессом развития и обучения персонала. При этом основное внимание уделяется практической реализации усвоенных навыков и тесному общению с опытным наставником, который помогает начинающему инженеру двигаться вперед. Чтобы стать младшим инженером, новичок должен пройти двухлетний курс интенсивного обучения на рабочем месте. В Toyota инженер становится полноправным членом команды лишь через три-четыре года работы: весьма крупные инвестиции в молодого специалиста для данной отрасли. Считается, что по завершении начального периода обучения инженер, занимающийся разработкой кузова, должен проработать по данной специальности еще пять-шесть лет, чтобы стать первоклассным специалистом. В период освоения специальности, который продолжается около восьми лет, с инженерами четыре раза в год проводится собеседование, а рост профессионализма в конкретных областях оценивается с помощью *стандартизированных опросников*. Обучение проводится в основном на рабочем месте, задания, которые он получает, должны способствовать профессиональному росту. С помощью методики хансей (размышления) разрабатывается план действий, направленных на преодоление недостатков. При оценке работы инженера в Toyota учитывается соблюдение стандартных методик и требований к процессу, что расширяет круг стандартизированных знаний и навыков, которые осваивает каждый инженер.

Работа начинающего инженера дает ему возможность стать компетентным специалистом, постепенно поднимаясь по служебной лестнице в соответствующем функциональном подразделении. Продвижение по службе становится вознаграждением за профессиональные достижения. Как правило, непосредственный начальник инженера знает оптимальный подход к выполнению работы лучше своего подчиненного и владеет стандартизированными методами выполнения работы. Все это позволяет воплотить в жизнь принцип: лидер — учитель и наставник для подчиненных. В системе бережливой разработки продукции развитием молодых дарований занимаются опытные наставники. В Toyota секреты инженерного мастерства передаются от одного поколения к другому, что обеспечивает профессиональный рост специалистов, которые демонстрируют освоенные навыки на практике.



## Заключение

Эта глава завершает рассмотрение первой подсистемы LPDS — *процесса* — и ее четырех принципов в контексте системы разработки продукции. Социотехническая система разработки продукции включает три основные подсистемы: 1) процесс, 2) люди, 3) инструменты и технология. На примере разработки кузова показана техническая сторона процесса через призму социотехнической модели: задачи и последовательность их выполнения при создании кузова от концепции до начала производства. В этом разделе мы стремились показать, как сырье — информация, потребительский спрос, характеристики выпускаемой продукции, данные о продукции конкурентов и принципы проектно-конструкторских работ, — трансформируясь в процессе бережливой разработки продукции, превращается в итоговое конструкторское решение. При этом мы старались продемонстрировать связь бережливой разработки продукции и бережливого производства. Кроме того, в разделе рассказывалось о том, как первая подсистема LPDS и ее принципы определяют карту потока создания ценности компании и как происходит движение информации, которая течет, останавливается, перераспределяется и ждет в очередях. Следующий раздел посвящен второй подсистеме LPDS: *людям*, и связанным с ней принципам 5–10.

### **Резюме принципа 4**

***Применять жесткую стандартизацию, чтобы снизить вариацию, повысить гибкость и обеспечить предсказуемость результатов***

Чтобы обеспечить гибкость и высокие темпы разработки продукции, необходимо стандартизировать продукцию, процессы и профессиональные знания и навыки. Стандартизация жизненно важна для LPDS, поскольку именно она лежит в основе многих принципов бережливой разработки и позволяет снизить вариацию, а следовательно, повысить гибкость и предсказуемость результатов. В LPDS существует три вида стандартизации: стандартизация конструкции, стандартизация процесса, стандартизация профессиональных знаний и навыков, и все они необходимы для устранения потерь и создания подлинно бережливой системы. Стандартизация конструкции осуществляется с помощью контрольных листов, унификации и использования единых плат

форм и общих комплектующих. Стандартизация процесса охватывает как процессы разработки, так и технологию производства и осуществляется с помощью технологических чертежей отдельных компонентов (сендзу) и технологических маршрутов. Стандартный комплекс профессиональных знаний и навыков приобретается в процессе обучения под руководством опытных наставников с помощью продуманной стратегии выдачи заданий и периодической оценки усвоенных знаний и умений, которые демонстрируются на практике. Функциональные подразделения отвечают за соблюдение и непрерывное совершенствование стандартов конструкции, процессов и профессиональных знаний и навыков.

## Раздел III

---

# **Подсистема «Люди»**



## Развивать систему главных инженеров для интеграции всего процесса разработки

Toyota может добиться успеха, только работая лучше своих конкурентов или превосходя средний уровень в отрасли. Разрабатывая новый продукт и зная, что провал недопустим, мы не можем ориентироваться на средний уровень, поскольку в этом случае провал неизбежен. На этом этапе нам приходится делать все возможное, не допуская и мысли о том, что мы можем потерпеть фиаско.

*Кэня Накамура, первый главный инженер  
Toyota Crown*

Эта глава открывает раздел, посвященный второй подсистеме LPDS: *людям*, и принципам 5–10. Люди — это суть и сила системы бережливой разработки продукции. Невозможно разрабатывать конкурентоспособную продукцию без высокоэффективной команды, которая состоит из одаренных, активных, слаженно работающих людей. Подсистема «Люди» (социальная подсистема) опирается на умение работать в команде, непрерывное обучение и кайдзен. Именно люди продвигают бережливые технологии в других подсистемах. Составляющие этой подсистемы — общий язык и единые символы, убеждения и ценности, которые определяют структуру организации, стиль управления и обучения и подход к найму, подготовке и развитию персонала.

Подумайте, что нужно сделать, чтобы сформировать в вашей компании социальную подсистему по образу и подобию LPDS? Придется ли вам перестроить свой бизнес и пересмотреть принципы управления? Сумеете ли вы изменить такую нематериальную составляющую, как культура? Сделать это непросто, ведь вам понадобится радикально пересмотреть подход к выполнению работы. Если речь идет о системе бережливой разработки продукции, первым делом нужно решить, кто отвечает за проект в целом, — как вам уже известно, в Toyota это главный инженер. Определить, кто будет этим человеком в вашей системе бережливой разработки продукции, — значит

принять одно из самых важных решений, поскольку именно от него зависит организационная структура вашей системы разработки продукции.

В большинстве организаций иерархия должностей и распределение функций и обязанностей представляют ту или иную разновидность матричной системы. (Матричная система Toyota подробно рассматривается в главе 8.) При такой системе каждый инженер одновременно имеет двух боссов — обычно начальника функционального подразделения (например, отдела разработки кузова), то есть технического специалиста, и руководителя проекта, который возглавляет разработку продукции. В большинстве организаций такая система двойного подчинения препятствует нормальной коммуникации и ведет к конфликтам между подразделениями и внутри них. Toyota тоже использует матричную систему, но ее уникальная черта в том, что проектом руководит главный инженер, т.е. технический специалист. Поскольку вся ответственность в руках главного инженера, Toyota удается избежать множества проблем, возникающих в традиционных матричных организационных структурах. Поэтому вполне уместно начать рассмотрение социальной подсистемы с главного действующего лица системы разработки продукции в Toyota.

## **Культурная составляющая системы главных инженеров**

Главный инженер, которого в Toyota иногда называют руководителем проекта в тяжелом весе, пожалуй, самая известная составляющая системы разработки продукции в Toyota. Именно этот элемент системы Toyota чаще всего копируют другие компании. В большинстве организаций так или иначе есть руководитель проекта, который, подобно главному инженеру, отвечает за проектно-конструкторские работы и следит, чтобы участники процесса делали работу в срок и не выходили за рамки бюджета, и на этом сходство заканчивается. В отличие от руководителей проекта в других компаниях главный инженер Toyota не имеет формальных полномочий, которые делают инженеров, работающих над проектом, его подчиненными. Тем не менее именно он отвечает за успех дизайна, разработки и продаж автомобиля. Главный инженер и его небольшая группа отвечают за:

- определение голоса потребителя;
- добавление ценности с точки зрения потребителя;
- концепцию продукта;
- цели проекта;
- общую компоновку автомобиля;

- основные параметры автомобиля;
- эксплуатационные характеристики автомобиля;
- достижение основных целей создания автомобиля;
- видение всех функциональных групп, участвующих в проекте;
- стоимостные показатели;
- планирование продукции;
- целевые показатели эффективности;
- сроки выполнения проекта.

В первую очередь главный инженер отвечает за создание ценности для потребителя. Хотя Toyota придает огромное значение работе в команде, всегда есть тот, кто отвечает за успех команды. В области разработки этот человек — главный инженер.

Система главных инженеров появилась в японской оборонной промышленности, а Toyota взяла этот подход на вооружение наряду с другими инновациями, адаптировав его к своим условиям. Следует отдать должное Тацуо Хасэгава, главному инженеру первой модели Corolla, и Кэня Накамура, главному инженеру первой модели Crown 1955 года (Ikari, 1985). Они сделали очень многое для создания системы главных инженеров в Toyota. Однако хотя традиция развивалась, обязанности и отличительные черты главных инженеров, по существу, остались прежними. Ниже перечислены качества, которыми должны обладать главные инженеры Toyota. Этот перечень показывает, что главный инженер должен быть не только прекрасным специалистом, но и опытным лидером.

Главный инженер:

- интуитивно чувствует желания потребителя;
- имеет высочайший уровень инженерной подготовки;
- обладает интуицией, но обязательно учитывает факты;
- готов к инновациям, но критически относится к неопробованным технологиям;
- мечтатель, но при этом реалист;
- требовательный учитель, умеющий создать мотивацию и наладить дисциплину, и при этом терпеливый и внимательный слушатель;
- бескомпромиссно стремится к достижению амбициозных целей;
- обладает исключительными навыками общения;
- не боится грязной физической работы.

Работая с компаниями, которые осваивают бережливую разработку продукции и вводят систему главных инженеров, авторы часто слышат: «У нас уже есть главный инженер» или «Мы можем изменить организационную структуру, чтобы создать эту должность». На такие замечания мы отвечаем, что хотя воспроизвести организационную структуру системы главных инженеров Toyota несложно, нужны годы, чтобы обеспечить должное распределение функций и обязанностей в рамках этой системы. Модель бережливой разработки продукции требует тщательного отбора и многолетней подготовки претендентов на роль главного инженера (в Toyota на это уходит не менее, а обычно более 12 лет). В процессе такой подготовки формируется комплекс качеств, которые отличают непревзойденного инженера и лидера.

Во-первых, менеджмент должен выявлять незаурядных, одаренных людей, которые хорошо справляются со сложными задачами, сформировались как зрелые личности и имеют достаточный опыт практической работы для руководства разработкой чрезвычайно сложного продукта. Во-вторых, менеджмент должен позаботиться о том, чтобы главный инженер вписывался в более широкую систему распределения ролей, ответственности и обязательств. Главный инженер — заметная фигура, коллектив должен признавать его власть и прислушиваться к его требованиям. В определенном смысле, он находится вне бюрократической системы, не подчиняясь стандартным рабочим процедурам. Он вправе делать то, что необходимо для выполнения работы. Главного инженера высоко ценят, нередко он вызывает большее восхищение, чем представители высшего руководства — директор или вице-президент. Инженеры Toyota считают назначение на должность главного инженера часто даже более престижным, чем директора или вице-президента. Все это помогает понять, почему главного инженера в Toyota почитают как культурный символ. Он имеет особый статус, поскольку ему предоставлена свобода действий при решении самых разных проблем.

В традиционной системе разработки продукции, как только высшее руководство принимает стратегическое решение разработать новую линейку продуктов, ведение проекта немедленно поручается высокопоставленной группе планирования, как правило имеющей опыт в области маркетинга, которая разрабатывает концепцию маркетинга. Затем дизайнерам поручают подготовить эскизы. На более поздних этапах на сцене появляются инженеры, чтобы заняться решением технических проблем. В системе бережливой разработки продукции такой подход неприемлем. Приняв важное решение о новом проекте, высшее руководство немедленно подыскивает главного инженера, который возглавит эту работу. Главный инженер — это не просто руководитель проекта, который согласовывает графики работ отдельных



подразделений или решает технические вопросы. Главный инженер — хозяин проекта, он направляет процесс создания автомобиля, начиная с разработки концепции и определения внешнего облика до создания опытных образцов и запуска в производство. Нередко он впоследствии курирует модернизацию данной модели.

## История двух главных инженеров: проекты Lexus и Prius

По достоинству оценить уникальную роль главного инженера в Toyota нам поможет история создания двух автомобилей, которая имела место в последние 20 лет. Речь идет о двух проектах, которые в Toyota считают воплощением дао Toyota\*. Создание Lexus стало настоящим прорывом, — компания не просто выпустила новый автомобиль, но создала новый бренд с собственной дилерской сетью. Prius стал первым серийно выпускаемым автомобилем с гибридным двигателем. Хорошо известно, что Toyota стремительно модернизирует существующие модели и разрабатывает новые автомобили, но редко отвечает на изменения рынка революционными преобразованиями. При этом немногие знают о том, что на заре своего существования Toyota отличалась устойчивым стремлением к инновациям, а ее инженеры неустанно занимались поиском новых, передовых решений. Речь идет об эпохе бывшего президента Toyota Сойтиро Тоёда и его системе «3С» — созидание, сложная задача, смелость (creativity, challenge, courage). Именно таким духом была пронизана разработка Lexus и Prius, которой руководили блестящие главные инженеры. На примере этих уникальных проектов мы хотим наглядно показать, какую важную роль играет главный инженер.

На самых ранних стадиях процесса бережливой разработки продукции главному инженеру поручается возглавить процесс разработки концепции нового автомобиля. Задача высшего менеджмента — подобрать подходящего человека для руководства проектом. Проекты по созданию Lexus и Prius были уникальными. И в том и в другом случае работу предстояло начинать с нуля — не было ни предварительных дизайнерских набросков, ни продуманной концепции. Планируя создание Prius, руководство компании предполагало разработать автомобиль XXI века с очень низким расходом топлива. Что касается Lexus, идея высшего руководства состо-

---

\* В данном разделе мы кратко воспроизводим историю разработки Lexus и Prius по материалам книги «Дао Toyota». Более подробно о создании этих автомобилей и о личностях двух главных инженеров, которые возглавили эту работу, рассказывается в книге «Дао Toyota».

яла в создании автомобиля класса люкс для американского рынка. Этот автомобиль должен был соперничать с BMW и Mercedes. В обоих случаях обязанность четко сформулировать *концепцию продукта* возлагалась на главного инженера.

Инициатором создания Lexus стал Юкиясу Того, преуспевающий руководитель Toyota Motor Sales в Южной Калифорнии. Он активно пропагандировал идею создания автомобиля класса люкс и в конце концов убедил руководство, что Toyota должна создать новую машину, новый бренд и новую дилерскую сеть. Как только высшее руководство одобрило эту идею, на должность главного инженера был назначен Итиро Судзуки, один из самых лучших и авторитетных инженеров в истории Toyota. При создании Prius Toyota решила действовать совершенно иначе и поручила разработку автомобиля XXI века неопиту Такеси Утиямада, которому предстояло переосмыслить сам процесс разработки. Специализацией Утиямада были технические испытания, он никогда не занимался проектированием автомобилей и не выполнял функций главного инженера. Теперь перед ним стояла задача в весьма жесткие сроки сформулировать концепцию будущего автомобиля, возглавить процесс разработки и запустить автомобиль в производство. Два главных инженера имели разную подготовку и разный стиль работы, но и в том и в другом случае высшее руководство выбрало подходящего лидера, учитывая множество факторов помимо собственно технических проблем разработки.

### **Lexus: главный инженер, который не идет на компромиссы**

В августе 1983 года совет директоров во главе с Ейдзи Тоёда на закрытом заседании официально одобрил проект создания Lexus. Назначенный на должность главного инженера Итиро Судзуки немедленно приступил к изучению *голоса потребителя*. Для этого он опросил несколько фокус-групп и отобрал две, в составе которых были владельцы основных европейских люксовых брендов. В группе А четыре человека имели Audi 5000, один был владельцем BMW 528e, у двоих были Benz 190E, а трое имели Volvo 740/760. Группа Б имела приблизительно тот же состав. Судзуки задавал владельцам машин одни и те же вопросы и классифицировал их ответы. Начав с общего вопроса о том, что такое современный автомобиль класса люкс, Судзуки далее уточнял, почему владелец выбрал ту, а не иную марку, по каким причинам он отверг модели других производителей, и что он думает о разных моделях. Выявив основные, самые простые качественные характеристики, он составил небольшую таблицу, которая помещалась на одной странице (см. табл. 7-1).

**Таблица 7-1.** Критерии выбора одной из конкурирующих моделей автомобиля класса люкс (1980-е годы)

**Голос потребителя — качества, ценные с точки зрения потребителя**

	Основания для покупки	Что не устраивало в других моделях
Benz	Качество, удачное вложение денег, солидность	Слишком маленькие, не столь привлекательные внешне (речь о BMW)
BMW	Стиль, удобство в управлении, функциональность	Слишком примелькались
Audi	Стиль, просторный салон, приемлемая цена	Низкое качество, плохой сервис
Volvo	Безопасность, надежность, качество, прочность	Угловатый дизайн
Jaguar	Самый привлекательный дизайн	Низкое качество, тесный салон

**Источник:** Воспроизводится с изменениями по изданию Jeffrey K. Liker. *The Toyota Way* (New York: McGraw-Hill, 2004), p. 44, с разрешения McGraw-Hill.

Многих инженеров может удивить, что данной работой в Toyota не занимался отдел продаж и маркетинга. Где пухлые папки с материалами исследований рынка? Где опросы репрезентативной выборки? Почему единственный главный инженер решил, что информации, полученной в беседе с двумя фокус-группами, будет достаточно? Тем не менее все было именно так. Предварительное исследование голоса потребителя, который оперировал понятиями «качество», «приемлемая цена», «удачное вложение денег», позволило определить *характеристики, ценные с точки зрения потребителя*. На основе полученных представлений была разработана концепция автомобиля класса люкс, объекта самых крупных капиталовложений Toyota в 1980-е годы. Хотя такая концепция была во многом интуитивной и определяла прежде всего качественные характеристики автомобиля, Судзуки правильно оценил будущее конкурентное окружение Lexus. В традиционной системе разработки продукции менеджмент создал бы группу для проведения маркетингового исследования, и эта группа обрушила бы собранную информацию на разработчиков, которые должны были бы создать продукт с соответствующими характеристиками. Недостаток традиционного подхода в том, что при реализации проекта результаты предварительной работы нередко теряются или упускаются из виду, поскольку в компании нет специалиста, который может отстаивать концепцию и одобрять коррективы. Что касается Lexus, Судзуки сделал важный вывод: японские машины

не вызывают у потребителя ассоциаций с престижем, люксом. Получив данную информацию, Судзуки понял, что нужно делать. Ему было ясно, что речь идет не о рядовом проекте. Чтобы добиться успеха при создании Lexus, Toyota должна была сломать существующие стереотипы разработки продукции.

Концепция нового автомобиля должна была не просто отражать существующие предпочтения потребителей или тенденции рынка. Судзуки предстояло определить, какие качества Lexus могут привлечь потенциального потребителя. Он попросил владельцев Mercedes составить перечень *ценных с точки зрения потребителя характеристик*, ранжированных в порядке значимости, и получил следующий список.

1. Статус, престиж.
2. Высокое качество.
3. Стоимость при перепродаже.
4. Эксплуатационные характеристики (удобство, ход, мощность).
5. Безопасность.

Будучи инженером, Судзуки был поражен таким списком. Он *обладал развитой интуицией, но при этом опирался на факты*, и не мог поверить, что именно эти качества важны для покупателей будущего автомобиля класса люкс. Судзуки решил сделать шаг назад, чтобы определить основные принципы *общей конструкции автомобиля*, которые будут выделять Lexus среди других престижных машин и позволят компании стать лидером рынка. Он спросил себя:

- Что это значит — иметь качественную дорогую машину?
- Какой должна быть машина, чтобы ее владелец чувствовал себя состоятельным человеком с большими возможностями?
- Какими качествами должна обладать машина, чтобы с годами вы любили ее все больше и больше?

После продолжительного обсуждения этих вопросов со своей командой и другими сотрудниками Судзуки пришел к выводу, что есть два основных критерия, которые определяют *общую конструкцию* автомобиля класса люкс и его *ценность с точки зрения потребителя*.

1. Исключительные рабочие характеристики (мощность, комфорт, уровень шума, аэродинамика).
2. Элегантный, неповторимый облик (что до сих пор не было сильной стороной автомобилей Toyota).

Судзуки решил, что, если будущая машина превзойдет конкурентов, в частности Mercedes-Benz, по рабочим характеристикам и в то же время будет иметь соответствующий дизайн, Toyota обретет новый имидж и выйдет на новый уровень конкурентоспособности. С этой четко сформулированной концепцией и комплексом *целей, касающихся рабочих характеристик автомобиля*, Судзуки мог приступить к составлению концепции проекта.

Возможно, именно эта предварительная формулировка концепции нового автомобиля была важнейшим вкладом Судзуки в работу компании и создание Lexus. Сформулировав концепцию, он перешел к составлению перечня технических характеристик будущей машины, которые на первый взгляд казались взаимоисключающими. Если инженеры сосредоточатся на исключительных рабочих характеристиках, это негативно отразится на внешнем облике машины. Если же они будут думать в первую очередь о внешней привлекательности автомобиля, это нанесет ущерб эксплуатационным качествам. Если же создатели автомобиля будут стремиться, чтобы машина удовлетворяла обоим критериям, им наверняка придется идти на компромиссы. Именно здесь сыграл свою роль инженерный опыт Судзуки. Он поставил цель добиться эффективного сочетания взаимоисключающих требований и обеспечить оптимальные рабочие качества автомобиля без ущерба для дизайна. Он считал, что инженеры должны решить проблему несовместимости данных характеристик и создать автомобиль с неповторимым внешним обликом и отличными эксплуатационными качествами.

Чтобы добиться поставленной цели, Судзуки нужно было подобрать правильных людей и дать им правильную работу. Разработчикам предстояло решить несколько чрезвычайно сложных задач, в том числе:

- совершить прорыв в дизайне и добиться непревзойденной аэродинамики;
- радикально усовершенствовать конструкцию двигателя и качество обработки его деталей, чтобы добиться сверхнизкого уровня шума и вибрации.

Чтобы совершить подобный прорыв, мало отдать приказ. Даже подбор правильных людей требует немалых усилий. Таких людей надо убеждать, поощрять и нацеливать на инновации. Все это было под силу лишь Судзуки, который имел собственную концепцию и был страстным и активным лидером.

В итоге Судзуки сумел решить все поставленные задачи, а в ряде случаев даже превзошел целевые показатели. В 1989 году, на момент запуска Lexus в производство, три модели Mercedes Benz (300E, 420SE, 560SEL) были вне конкуренции на рынке США. Однако объемы продаж единственной модели

Lexus в 2,7 раза превысили совокупное количество проданных Mercedes трех названных моделей — и это всего за один год. Реализация проекта Lexus привела не только к созданию нового подразделения Toyota, выпускающего машины класса люкс, но и привнесла в проектно-конструкторскую работу компании дух новаторства. Lexus помог сломать стереотипное представление о Toyota как о компании с ограниченной линейкой моделей и вовлечь инженеров Toyota, обычно не расположенных к риску, в дерзкий, сложный, новаторский проект. Этот дух новаторства заставляет Toyota вновь и вновь переосмысливать процесс разработки продукции. Он сохранился и при выполнении совершенно нового проекта с уникальными целями и задачами — создании Prius.

### **Prius: новый главный инженер и новый подход к разработкам при создании автомобиля XXI века**

Идея создания Prius, как и замысел Lexus, принадлежит высшему руководству Toyota. В начале 1990-х годов японская экономика, и без того процветающая, была на подъеме. Успехи Toyota были просто сенсационными. Председатель совета директоров Toyota Ейдзи Тоёда понимал, что это не может продолжаться бесконечно. На заседании совета он спросил: «Можем ли мы продолжать производить машины, как раньше? Уцелеем ли мы в XXI веке, если исследования и конструкторские разработки будут вестись, как прежде?» В сентябре 1993 года Ёсиро Кимбара (позднее исполнительный вице-президент по исследованиям и разработкам), следуя примеру Ейдзи Тоёда, стал инициатором создания модели Global 21 (G21). Перед проектной группой была поставлена задача: определить, каким быть автомобилю XXI века. Предполагалось разработать экономичную, компактную машину с вместительным салоном. Целевой показатель расхода топлива должен быть в полтора раза ниже, чем для существующих малолитражных автомобилей типа Corolla. Такая концепция ставила перед разработчиками весьма сложную задачу, но в то время никто еще не думал о создании гибридного автомобиля.

Как только была сформулирована общая концепция автомобиля XXI века, пришла пора назначить главного инженера. В июле 1994 года Toyota сделала нетипичный для нее шаг: главным инженером назначили того, кто и близко не занимался подобными задачами — Такеси Утиямада. Утиямада участвовал в ряде первых заседаний, на которых обсуждался проект G21. Главным образом он присутствовал на них потому, что под его началом произошла самая крупная реорганизация системы разработки продукции Toyota, которая привела к созданию центров разработки автомобилей (см. главу 8). Его

задачей было определить, как вписать в созданную структуру проект G21. Когда его назначили главным инженером, он был удивлен и встревожен. Ему никогда не приходилось общаться с поставщиками и решать проблемы на производственной линии. Главный инженер должен знать все — от желаний потребителя до самого крохотного винтика в автомобиле. Утиямада не обладал такими познаниями и считал, что не готов занять эту должность. Однако его послужной список говорил о том, что он обладает тремя качествами, которые делали его идеальным главным инженером для данного проекта.

1. *Опыт исследовательской работы.* В прошлом Утиямада занимался испытаниями. Его работа была связана с исследованиями, а значит, он имел доступ ко всему, что было необходимо при разработке новой технологии для машины XXI века.
2. *Организаторские навыки.* Утиямада знал организационную структуру Toyota как свои пять пальцев, и это помогало ему привлечь ресурсы, необходимые для реализации необычного проекта. Кроме того, у него был талант создавать новые виды организационных структур, которые ускоряли движение вперед. Способность новаторски переосмыслить прежний подход к разработке автомобилей сделала его одним из архитекторов крупнейшей реорганизации системы разработки продукции в истории Toyota (см. главу 8).
3. *Нешаблонное мышление.* Утиямада не готовили к должности главного инженера. Будучи новым человеком в системе разработки продукции, он имел свежий взгляд на продукт и процесс.

Высшие руководители Toyota намеренно назначили на должность главного инженера человека, неискушенного в руководстве проектами, поскольку ему предстояло создать новый подход к разработке автомобилей, — именно в этом была одна из сложнейших задач проекта G21.

Первым делом Утиямада сформировал межфункциональную команду специалистов. Он рассчитывал на них куда больше, чем обычный главный инженер. Создание команды, на которую опирался лидер проекта, привело к появлению нового подхода к организации разработок — системы обей (в переводе «большое помещение»), — который теперь стал для Toyota стандартным. Прежде главный инженер ходил по отделам, встречаясь с людьми и координируя реализацию проекта. Вместо этого Утиямада собрал в обей группу экспертов, которые отслеживали ход работ, обсуждали важнейшие вопросы и принимали ключевые решения. Здесь, в обей, их не отвлекала повседневная текучка.

Руководя разработкой Prius, Утиямада строго следил за соблюдением сроков и показателями затрат, занимая *бескомпромиссную позицию*, когда

речь шла о достижении весьма амбициозных целевых показателей и обеспечении требуемых характеристик. Он постоянно размышлял о конечной цели проекта и конструкторском решении будущего автомобиля, который должен был дать потребителю нечто особенное. Когда в самом начале разработки концепции инженеры увязли в технических деталях трансмиссии, Утиямада собрал команду и сказал:

Это нужно прекратить. Перестаньте думать про железо. Мы, инженеры, привыкли думать про железо. Мы должны решить, какова концепция будущей машины, а не ее материальное воплощение. Давайте забудем о железе и вернемся к концепции качественно новой машины, которую нужно создать (Itazaki, p. 46).

Затем Утиямада *взялся за практическую работу*, возглавив сессию мозгового штурма с целью выявить ключевые характеристики машины XXI века. Спустя несколько дней команда выдала две идеи, которые, по ее мнению, должны были направлять разработку «компактной, экономичной машины»: 1) *природные ресурсы* и 2) *окружающая среда*. Выражение «компактная, экономичная машина» определило цель проекта G21.

Чтобы решить еще одну задачу — создать машину с удобным, просторным салоном, — Утиямада вновь применил нешаблонный подход. В отличие от прежних главных инженеров Утиямада был незнаком со стандартными размерами автомобилей, поэтому он обратился к своей команде и попросил ее изучить 30 существующих моделей Toyota. В каждом случае команда записывала различия с размерами G21, которые запланировала группа главного инженера, и задавала конструкторам 30 существующих моделей вопрос: почему они остановились именно на этих размерах? Все они отвечали: «Мы делали так всегда». Только тогда команда поняла, что правильно определила размеры G21.

Образ действий Утиямада, который на самых ранних стадиях изучал и взвешивал множество альтернатив, служит наглядным примером комплексного подхода (см. главу 4), который отличал все этапы разработки Prius. Такой подход особенно впечатляет, если принять во внимание чрезвычайно жесткие сроки реализации проекта на протяжении всего процесса разработки. В табл. 7-2 показаны основные этапы работ по времени. Как видно на таблице, менеджмент ставил перед Утиямада все более сложные задачи, давая ему все меньше времени на их решение. Однако, несмотря на напряженный график работ, Утиямада строго соблюдал принципы бережливой разработки продукции и основательно обдумывал альтернативы, прежде чем двигаться дальше.



Таблица 7-2. Основные этапы разработки Prius

Дата	Технические аспекты	Организационные аспекты
1990	Процесс разработки продукции в Toyota превращается в рутину, начинается застой	Пик «пузыря» в японской экономике: Эйдзи Тоёда пророчит наступление кризиса
Сентябрь 1993	Этап I: Разработать машину для XXI века	Ёсио Кимбара (исполнительный вице-президент по исследованиям и разработкам) при поддержке Эйдзи Тоёда создает проектную группу G21
Декабрь 1993	Концепция G21 представлена совету директоров (снижение расхода топлива в 1,5 раза)	Исследовательская группа проекта G21 расформируется
Январь 1994	Этап II: Разработать концептуальный проект G21 (четкая формулировка концепции)	Сформирована постоянная проектная команда для работы над G21
Июль 1994	Итоговый отчет о концепции будущего автомобиля	Команда расформируется; ее члены приступают к разработке узлов для G21 в функциональных подразделениях
Июль 1994	Этап III: Начинается фактическая разработка G21	Создается проектная команда под руководством главного инженера Утиямада
Сентябрь 1994	Требование подготовить G21 к презентации на Токийской автомобильной выставке (планируется показать автомобиль с традиционной трансмиссией)	Команде приходится ускорить разработку. Автомобиль получает название Prius (от prior — «предшествующий» XXI веку)
Ноябрь 1994	Акиhiro Вада (исполнительный вице-президент) требует показать на выставке автомобиль с гибридным двигателем (двойная экономия топлива)	Стремление подтолкнуть команду к применению новой технологии
Май 1995	Гибридный двигатель, выбранный для модели G21, представлен проектной команде	Группа BR-VF исследует 80 гибридных двигателей и выбирает один из них за стандарт

Окончание табл. 7-2

Дата	Технические аспекты	Организационные аспекты
Июнь 1995	G21 получает статус официального проекта	Заседание совета директоров: принимаются решения о сроках, финансировании, персонале
Август 1995	Разработан план (первый опытный образец через год, исследования и доработка — второй год, серийный образец — третий год, запуск в производство — не ранее конца 1998 года)	Окуда требует невозможного — запустить автомобиль в производство в декабре 1997 года
Октябрь 1995	Первая публичная презентация Prius на Токийской выставке автомобилей	Перед выставкой решено, что Prius должен иметь гибридный двигатель
Февраль 1996	Первый комплект эскизов внешнего облика автомобиля (из двадцати отобранных)	Дизайнерские студии составляют между собой
Июль 1996	Итоговая оценка внешнего облика — принят новаторский дизайн калифорнийской студии Calty	Решение принимается советом директоров, директоров подразделений и широкого круга специалистов. Выпуск первого автомобиля запланирован на декабрь 1997 года (через год и пять месяцев). Официальное рассмотрение дизайнерского решения советом директоров назначено на сентябрь 1996 года
Декабрь 1997	Запуск Prius в производство	

По ходу работы над проектом G21 высшее руководство усилило давление на главного инженера, склоняя его к созданию автомобиля с гибридным двигателем вместо традиционного высокоэкономичного автомобиля и одновременно требуя ускорить запуск новой модели в производство. Как отмечалось выше, главному инженеру Toyota предоставлена широкая свобода действий и право самостоятельного руководства проектом. Однако это касается лишь вопросов рабочего характера. Если же речь идет об основных целях проекта, в том числе рабочих характеристиках, сроках и целевых затратах, последнее слово остается за высшим руководством. В сентябре 1994 года группа главного инженера встретила с исполнительным вице-президентом Вада и управляющим директором Сиоми. Во время встречи обсуждался вопрос о гибридной технологии, но решение о ее освоении так и не было принято. Поскольку разработка модели G21 продолжалась, проектную группу и команду главного инженера попросили подготовить компактный, экономичный G21 к презентации на Токийской автомобильной выставке в октябре 1995 года в качестве концепта. Это означало, что на подготовку к автосалону у команды оставался год. Однако, как оказалось, основные трудности были впереди. В ноябре 1994 года Вада, беседуя с группой главного инженера, как бы между прочим заметил: «Кстати, вы ведь готовитесь выставить на автосалоне новый концептуальный автомобиль? Мы решили, что идее гибридного двигателя нужно дать ход. Это поможет решить вопрос с экономией топлива» (Itazaki, p. 69).

Вскоре после этого, на другой встрече с Вада и Сиоми, планка была поставлена еще выше. Было решено, что уменьшения расхода топлива на 50% для машины XXI века недостаточно, нужно повысить этот показатель вдвое. Утиямада возражал, полагая, что при существующей технологии создания двигателей это невозможно, на что начальство ответило: «Вы же все равно занимаетесь разработкой гибридного автомобиля для автосалона, так почему же не использовать гибрид для модели, которая пойдет в производство» (Itazaki, p. 72).

Как часто бывает на Toyota, представители высшего руководства не отдавали прямого распоряжения о разработке гибрида. Они стремились подвести команду к выводу, который напрашивался сам собой: машина XXI века должна совершить переворот в экономии топлива, и гибрид — единственный способ добиться этой цели. Утиямада принял этот вызов, но взамен потребовал от руководства важной уступки — он заявил, что для работы над гибридной системой ему должны предоставить возможность отобрать лучших инженеров во всей компании.

Не прошло и года, как вновь сформированная команда разработала новую работоспособную гибридную систему и подготовила концепту-

альный автомобиль к презентации на автосалоне. Работа над G21 продолжалась, и в июне 1995 года получила статус официального проекта по разработке с графиком работ и бюджетом. Утиямада и его команда решили сделать все, чтобы уложиться в намеченные сроки и обеспечить запуск автомобиля в производство в декабре 1998 года, в срок, который в случае непредвиденных обстоятельств можно было передвинуть на начало 1999 года. Таким образом, у разработчиков был год на создание первого опытного образца, год на его доработку и год на создание серийного образца и подготовку производства. Поскольку речь шла о новой технологии и новой производственной линии, такой график работ был весьма напряженным.

Однако задача значительно усложнилась в августе 1995 года, когда новый президент Toyota Хироси Окуда, понимая огромное значение проекта G21, сказал Вада, что автомобиль нужно запустить в производство как можно быстрее, поскольку он может изменить будущее Toyota (Itazaki, p. 115). Утиямада остолбенел. Он работал над машиной, которая могла изменить будущее Toyota, но срок ее запуска в производство был перенесен на декабрь 1997 года. Время работы над проектом сокращалось на целый год.

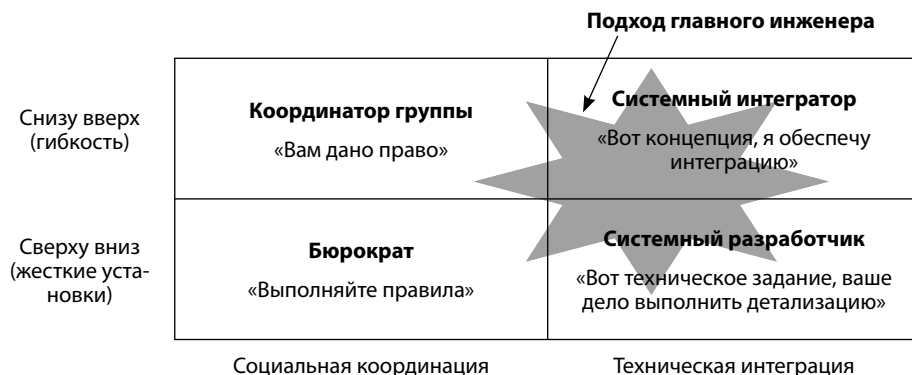
Тем не менее производство Prius было запущено в октябре 1997 года, на два месяца раньше намеченного срока. От потенциальных покупателей не было отбоя. В конце марта 1999 года объем продаж составил 22 000 единиц. К началу 2003 года этот показатель увеличился до 120 000 единиц. Объемы продаж по всему миру не перестают расти, и Prius продолжает пользоваться огромным успехом не только потому, что это машина с гибридным двигателем. Разумеется, гибридный двигатель произвел фурор на рынке. Но возможно, для будущего компании еще важнее то, что, работая над созданием Prius, группа главного инженера внесла в процесс разработки продукции ряд важных изменений. Теперь эти нововведения используются при всех разработках в Toyota, помогая сделать нормой выполнение проекта за 12 месяцев. Если учитывать этот критерий, рентабельность проекта Prius оказалась астрономической, — при относительно небольших инвестициях.

## **Главный инженер — лидер**

Стандартная рабочая процедура в системе бережливой разработки продукции предполагает, что объем ответственности менеджеров превышает их полномочия. Это характерно и для системы главных инженеров. На каждом этапе над проектом работают тысячи сотрудников Toyota, но

главному инженеру формально подотчетна лишь небольшая группа (от шести до десяти человек). Такая система очень удивила Джона Шука, первого американца, который стал менеджером Toyota в Японии. Он назвал ее ответственностью без полномочий. Как рассказывается далее (в главе 8), матричная организационная структура Toyota согласуется с системой главных инженеров. Функциональные подразделения, в том числе отделы разработки кузова и ходовой части, — это группы, имеющие определенную техническую специализацию, во главе которых стоят генеральные менеджеры. Они руководят инженерами, определяют, кто и когда занимается конкретным проектом, оценивают эффективность работы подчиненных и решают, кого следует повысить по службе. Главный инженер руководит реализацией проекта по разработке автомобиля и отвечает за результаты, но зависит от функциональных групп, которые выделяют людей для участия в проекте и выполняют работу. Культура дао Toyota сплачивает участников проекта, стимулируя стремление к достижению общих целей — удовлетворить потребителя и обеспечить успех компании.

Все технические руководители отвечают за координацию работы людей в группе, обеспечивая согласованность их действий при выполнении проекта. Однако традиционный руководитель проекта и главный инженер в системе бережливой разработки продукции подходят к выполнению этих обязанностей по-разному (рис. 7-1).



**Рис. 7-1.** Модель лидерства: разные подходы

На этом рисунке комбинации навыков лидера представлены с учетом двух аспектов руководства разработками. С одной стороны, управляя людьми и их действиями, лидер сосредотачивается либо на социальной координации, либо на технической интеграции. С другой стороны, можно выделить сто-

ронников принципа «сверху вниз», которые диктуют людям, что делать, и тех, кто предпочитает принцип «снизу вверх» и опирается на опыт и знания других. Совместив эти аспекты, мы получим четыре типа лидеров.

1. *Бюрократ.* Такой менеджер координирует работу людей сверху вниз и делает ставку не на собственный инженерный опыт, а на стандарты, планы и делегирование. Он соблюдает технические стандарты и правила, выполняет работу в срок, не нарушает календарный график, придерживается бюджета и заставляет подчиненных добиваться результатов. Он негибок, если речь идет об изменении сроков, а концепция выходит за рамки рутинной работы. Менеджер-бюрократ не способен подойти к делу творчески, резко сменить курс, выйти за рамки первоначальной концепции и заставить инженеров совершить невозможное. Разумеется, чтобы занять руководящую должность, такой человек должен быть хорошим техническим специалистом, однако он почти не использует свои знания и опыт. Он добивается своевременного выполнения проекта и укладывается в бюджет, однако вряд ли его можно назвать великим инженером. Он — руководитель проекта, а не инженер или лидер.
2. *Системный разработчик.* Прекрасный технический специалист, всей душой стремится добиться цели и создать непревзойденный продукт, составные части которого работают как единая система. Лидер этого типа отличается творческим мышлением, он блестящий системотехник, однако он не слишком искушен в управлении людьми и ему не всегда хватает терпения, чтобы обучать или выслушивать своих подчиненных и координировать их действия. Такой менеджер управляет по принципу «сверху вниз» — он сам принимает ключевые технические решения, используя подчиненных для выполнения кропотливой повседневной работы. Лидером такого типа был молодой Генри Форд. Подобный подход ограничивает гибкость, — когда множество людей занимается отдельными небольшими участками работы, а согласованность их действий обеспечивается сверху вниз, можно добиться результатов лишь если каждый строго соблюдает четкие, подробные инструкции. Изменения отражаются на всей организации, а команды не способны думать самостоятельно, без указки сверху.
3. *Координатор группы.* Такой руководитель хорошо ладит с людьми и способен сплотить команду, поощряя и стимулируя ее членов. Лидер такого типа не всегда сильный инженер, кропотливая работа над техническими деталями часто наводит на него скуку. Он любит общать-

ся, оказывать поддержку и воодушевлять талантливых специалистов на достижение общей цели. Такой менеджер обладает гибким мышлением, а его группа способна к самоорганизации и реструктуризации. Этот стиль управления иногда называют менеджментом в стиле регби, — данный термин отражает способность быстро реагировать на изменение обстановки по ходу игры. Недостаток такого подхода — отсутствие у руководителя продуманной технической концепции. В результате в процессе проектирования упускаются из виду частные моменты, реализация проекта затягивается, а техническая интеграция слабеет.

4. *Системный интегратор.* Этот руководитель хорошо подкован в технических вопросах и управляет по принципу «снизу вверх», используя лучшие идеи членов команды. Лидер такого типа имеет продуманную концепцию продукта и успешно обеспечивает техническую интеграцию проекта. Он проявляет изрядную гибкость, сплачивая команду, которая под его началом уверенно движется вперед. Главные инженеры Toyota представляют собой именно такой тип лидеров.

В системе Toyota главному инженеру дана в подчинение небольшая группа людей, которая занимается административными вопросами, освобождая главного инженера для решения технических вопросов реализации проекта и горизонтальной межфункциональной координации. Именно такой стиль руководства был характерен и для Утиямада, и для Судзуки. Оба имели четкое представление о создаваемом продукте и привлекали правильных людей и правильные ресурсы в правильное время. Они также эффективно применяли принципы управления «сверху вниз», укладываясь в намеченные сроки и строго придерживаясь целевых показателей затрат, веса и эффективности использования топлива, и воодушевляли команду на достижение исключительных результатов. Заметьте, что в соответствии с рис. 7-1 главный инженер сочетает все четыре типа лидерства, акцентируясь прежде всего на типе системного интегратора..

## **Руководство разработкой продукции в НАС: от главного инженера к бюрократу**

North American Car Company поначалу была небольшой предпринимательской фирмой, а ее первые главные инженеры были очень похожи на главных инженеров Toyota. Лидеры компании любили автомобили, росли, возясь с машинами, и были скорее изобретателями, нежели специалистами или

менеджерами. Будучи одаренными, творческими людьми, они не стояли на месте и неустанно работали над развитием технологии. Они сделали автомобили более сложными и совершенными и резко сократили затраты на их производство. Поскольку НАС была небольшой компанией, главные инженеры былых времен не были обременены бюрократией. Они работали в тесном контакте с владельцем компании, который, так же как и они, был влюблен в автомобили и технологию. Хотя их полномочия и так были широки, дополнительным источником их влияния были технические знания и опыт. В то время компания строилась преимущественно по автократическому принципу, — технические руководители принимали решения и требовали их выполнения. Они были архитекторами систем, а специалисты функциональных подразделений помогали им проводить испытания и выполнять проектные работы.

Когда НАС превратилась в транснациональную корпорацию, автомобили стали куда более разнообразными и сложными, что отразилось на организационной структуре. Подразделения множились как грибы после дождя. Создавались разрозненные функциональные группы, которые занимались отдельными подсистемами и процессами — ходовой частью, трансмиссией, кузовом, электрооборудованием, электроникой, разработкой штампов, техническим анализом, механизмами регулировки положения стекол, выхлопной системой и так далее, и тому подобное. В каждой функциональной группе было несколько уровней управления, а менеджеры групп подчинялись вице-президенту по разработкам. Последний с высоты своего положения был не в состоянии отследить мириады частных вопросов в масштабах всей компании. Общей координацией работ занимались специальные группы руководства проектами, а за техническую интеграцию отвечали группы системного проектирования.

В этой сложной бюрократической структуре терялся потребитель. Разумеется, руководство компании могло кивнуть на отделы продаж и маркетинга, которые отвечали за выявление требований потребителя, но к тому моменту, когда эта информация попадала в разобщенные технические группы, сведения о предпочтениях потребителя искажались до неузнаваемости. Во второй половине 1990-х годов НАС перешла на матричную организационную структуру, пытаясь ограничить самостоятельность функциональных подразделений, которые принимали независимые решения и не согласовывали свои действия. В результате была создана новая бюрократическая структура, в которой руководители проектов пытались усмирить непокорные функциональные подразделения. Понятно, что в этой борьбе за власть перевес оставался на стороне функциональных подразделений.



В итоге вместо авторитетных главных инженеров прошлого, отличавшихся творческим подходом к делу, разработку продукции стали возглавлять менеджеры-бюрократы, хорошо усвоившие правила игры. Эти руководители были скорее администраторами, нежели системными разработчиками. Вместо того чтобы заниматься технической стороной дела, они отдавали распоряжения, устанавливали корпоративные принципы, определяли цели и задачи проектов (сроки, затраты, рабочие характеристики) и поддерживали порядок в организации методом кнута и пряника. Отдельные функциональные подразделения занимались субоптимизацией и, руководствуясь собственными интересами, пытались укрепить свое влияние и расширить круг своих полномочий.

## **Организация групповой работы в Chrysler**

Дорвард Собек провел интересное исследование (Sobek, 1997), посвященное сравнению подходов Toyota и Chrysler к разработке продукции. Собек рассматривает первичную структуру проектных команд Chrysler, которые занимались разработкой платформ автомобилей, как пример организации групповой работы. До начала 1990-х годов эта компания подобно NAC делала ставку на бюрократическую систему управления, и это едва не привело ее к банкротству. Компания Chrysler разрабатывала новые автомобили слишком медленно, чтобы захватить долю рынка, достаточную для поддержания ее существования. Ли Якокка вместе с вице-президентом по разработкам Робертом Лутцем предпринял смелый шаг, полностью реорганизовав систему разработки продукции. Он создал проектные команды, которые занимались разработкой определенных платформ. Кроме того, компания вложила миллиарды долларов в строительство крупного центра НИОКР в Оберн Хиллз, штат Мичиган, в котором решила разместить межфункциональные проектные команды. Большая часть функциональных структур, на которые опираются компании, подобные NAC, и которые остаются сильной стороной Toyota, была ликвидирована. После этих преобразований специалисты функциональных подразделений — инженеры, которые занимались разработкой кузова, ходовой части, электрооборудования, и даже технологи — стали подчиняться непосредственно руководителю проектной команды. Гленн Гарднер, первый генеральный менеджер проектной команды, заявил, что если люди не поступят в его полное распоряжение, он не отвечает за результат. Такая фокусировка на продукте позволяла направить инженеров на достижение единой цели. Под руководством Гарднера, а позднее и других генеральных менедже-

ров проектные команды смогли сократить время выполнения заказов при разработке продукции с 48 до 33 месяцев при выполнении первого проекта, а в дальнейшем, при создании Neon и мини-вэнов, разработки стали выполняться еще быстрее.

В определенном смысле новый подход был огромным достижением. Он позволил создать несколько новых крупногабаритных автомобилей (Concorde, LHS, Intrepid), модель Neon, серию современных мини-вэнов, новый Jeep Grand Cherokee и P.T. Cruiser. Эти автомобили были запущены в производство в рекордные для Chrysler сроки и спасли компанию. Руководство компании похвально самыми низкими затратами и самыми высокими прибылями на единицу продукции в отрасли, и даже Toyota начала присматриваться к Chrysler как к потенциальному конкуренту.

Но хотя новая модель казалась успешной, инженеры Chrysler тратили массу времени на собрания, а на достижение консенсуса в группе уходило больше времени, чем на сам процесс разработки. По части качества, долговечности и времени выполнения заказа Chrysler было по-прежнему далеко до Toyota. Специалистам, которые не имели возможности общаться со своими коллегами, занятыми разработкой других платформ, было сложно поддерживать высокий уровень профессиональной квалификации. Никто не занимался разработкой и совершенствованием единых проектно-конструкторских стандартов. Это в конечном счете привело к постепенному росту себестоимости продукции. Стало понятно, что новый подход имел свои недостатки, а отвергнутая функциональная модель — свои сильные стороны. Toyota, которая опирается на системных интеграторов, сумела добиться большего, чем Chrysler, и ее подход выдержал проверку временем. Неудивительно, что в последние годы группа Chrysler в составе концерна DaimlerChrysler работает над освоением одной из версий системы главных инженеров Toyota.

### **Система главных инженеров Toyota: избегать компромиссов, порождающих бюрократию**

Судя по всему, Toyota удастся нарушать освященные веками организационные принципы и избегать компромиссов. Благодаря системе главных инженеров компания имеет возможность использовать межфункциональные группы, которые укомплектованы высококвалифицированными специалистами и при этом нацелены на конечный результат. Компания с равным успехом применяет управление «сверху вниз», которое помогает укладываться в жесткие сроки и добиваться целевых показателей, и управление

«снизу вверх», которое обеспечивает гибкость и стимулирует творчество. Знающие и опытные главные инженеры Toyota страстно увлечены своим делом, что роднит их с первыми системными разработчиками НАС. Подобно последним главные инженеры Toyota пользуются благосклонным вниманием высшего менеджмента и не обременены бюрократическими формальностями и административными обязанностями. Разработками занимаются функциональные группы, а главному инженеру не приходится тратить время на административную работу и вопросы кадрового обеспечения.

Однако главный инженер Toyota имеет существенные отличия от системных разработчиков НАС. Toyota — это огромная, транснациональная бюрократическая организация, которая не может функционировать как небольшие автомобильные компании прошлого. Культура Toyota опирается на управление, нацеленное (до определенной степени) на достижение консенсуса, а не на грубую автократию. Размеры компании и сложность организационной структуры и выпускаемой продукции не позволяют главному инженеру принимать ключевые решения в одиночку. Более того, формально инженеры не подчиняются главному инженеру. Следовательно, чтобы мобилизовать организацию и направлять процесс достижения консенсуса между функциональными подразделениями, главный инженер должен не только прекрасно разбираться в технических вопросах, но и обладать развитыми лидерскими навыками. Выполняя эти задачи, главный инженер, с одной стороны, использует концептуальный проект, а с другой — свою роль системного интегратора, который определяет конструкцию автомобиля в целом. Кроме того, за главным инженером остается последнее слово при принятии технических решений (если речь идет об особо важных решениях, они утверждаются высшим руководством). Поскольку культура Toyota сфокусирована на потребителе, функциональные группы понимают, что их цель — *поддерживать потребителей Toyota*, главный инженер выступает передатчиком *голоса потребителя*.

Ключевые решения, наставничество, изыскание ресурсов, выработка единой концепции, улучшение функциональных характеристик, обеспечение целевых показателей качества, безопасности и затрат и соблюдение сроков — все начинается с главного инженера. Это делает систему главных инженеров краеугольным камнем системы разработки продукции в Toyota. Продолжая анализ социальной подсистемы, мы увидим, что система главных инженеров в Toyota эффективна благодаря высокой квалификации персонала и согласованности действий в масштабах организации. Поэтому следующая глава, посвященная шестому принципу LPDS, рассказывает о матричной организационной структуре Toyota.

### ***Резюме принципа 5***

#### ***Развивать систему главных инженеров для интеграции всего процесса разработки***

Бережливой системой разработки продукции руководит талантливый главный инженер, способный обеспечить интеграцию всех компонентов системы. Такая интеграция предполагает как целостность продукта, так и сплоченность людей, принимающих участие в проекте. Главный инженер отличается от традиционного руководителя проекта. Во-первых, формально в его подчинении находится лишь небольшая группа помощников. Он руководит инженерами, работающими над проектом, опираясь на знания, опыт, личное влияние и право принимать решения, касающиеся продукта. Во-вторых, главный инженер представляет голос потребителя и отвечает за успех проекта — от разработки концепции автомобиля до начала продаж. В-третьих, главный инженер уделяет первоочередное внимание решениям, связанным с системной интеграцией, а не администрированию и вопросам управления персоналом. Если главный инженер действует только как руководитель проекта, это не настоящий главный инженер.

# Создать организационную структуру, которая позволяет сочетать функциональную компетентность и межфункциональную интеграцию

В числе прочего проект по разработке Prius привел к появлению обоя, большого помещения, где главный инженер собирает команду людей, отвечающих за реализацию проекта. Такой подход значительно повышает эффективность параллельного проектирования, поскольку в обоя встречаются все основные участники процесса.

ТАКЕСИ УТИЯМАДА, ПЕРВЫЙ ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР  
ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ PRIUS

## Какая структура лучше?

Оптимальная организационная структура для разработки продукции требует достижения компромисса. Традиционная функциональная организация, которая была наиболее распространенным вариантом организационной структуры в конце XX века, сменилась разнообразными структурами, ориентированными на продукт. Теперь многие считают, что функциональная структура — это плохо, а продуктовая — хорошо. Казалось бы, все понятно, но система бережливой разработки продукции не использует ни ту ни другую... а обе сразу.

При функциональной структуре подразделения состоят из профессионалов, единомышленников, выполняющих схожие виды деятельности. Инженеры-механики, собранные в одном отделе, обсуждают свои проблемы и обмениваются практическим опытом. Инженеры-электрики, работающие в другом отделе, рассуждают о том, какую скучную работу выполняют инженеры-механики. Инженеры-технологи, офисы которых расположены рядом с цехами или непосредственно на производстве, считают, что именно они занимаются настоящим делом, и критикуют теоретические выкладки

электриков и механиков, витающих в облаках. И так до бесконечности. В свое время такая структура имела определенные преимущества, поскольку специалисты функциональных подразделений:

- общались друг с другом на одном языке;
- обменивались информацией о передовых технологиях и методах работы, что расширяло их кругозор;
- посещали одни и те же специализированные конференции, читали одни и те же журналы и продолжали учиться долгие годы после окончания университета;
- могли стандартизировать свои подходы и применяемые технологии, что снижало затраты и помогало распространять информацию о решении проблем;
- при необходимости могли оперативно подключиться к выполнению проектов (за работу брался тот, кто был свободен в настоящий момент), что способствовало полноценному использованию инженерно-технических ресурсов.

Однако такой подход к организационной структуре был чреват крупной проблемой — *узы между специалистами функциональных подразделений крепили, и их специальность и подразделение становились для них важнее, чем компания, ее продукция и потребители*. Люди измеряли свой успех эффективностью работы собственного функционального подразделения и объемами выделенных ему средств. Они считали, что их подразделение могло бы спасти компанию, и если бы последнее слово оставалось за ними, компания добилась бы головокружительных успехов. В результате ни одно подразделение не согласовывало свои действия с другими. Сегодня такие разобщенные функциональные подразделения часто неодобрительно называют *функциональными шахтами* или *трубами*.

### **Недостатки продуктовой структуры**

Альтернатива функциональной организации — организация, ориентированная на продукт. Она предполагает создание межфункциональных команд, отвечающих за реализацию проекта или создание продукта. При развертывании очередного проекта по разработке продукции перед командой ставятся четко сформулированные цели и задачи. Все функциональные подразделения, участвующие в разработке продукта и процесса, выделяют своих представителей для работы в проектной команде. Если есть возможность, команды работают под одной крышей, чтобы их члены могли беспрепят-

ственно обмениваться информацией о продукте и потребителе. Иногда этот метод называют *параллельным проектированием*, поскольку продукт и процесс разрабатываются практически одновременно (Flesher and Liker, 1997). Ориентация на продукт позволяет сломать барьеры между изолированными подразделениями, сплотить компанию и сосредоточиться на решении важнейшего вопроса — как удовлетворить потребителя, чтобы повысить спрос на продукцию и сделать компанию более рентабельной. Структура, ориентированная на продукт, дает компании ряд преимуществ:

- функциональные подразделения работают на общие цели, создавая продукцию, которая удовлетворяет потребителей;
- эффективный обмен информацией и координация выполнения работ снижают время выполнения заказа;
- решения, касающиеся продукта и процесса, принимаются с учетом разных точек зрения, что позволяет повысить качество продукции;
- создание гибких самоуправляемых команд, которые хорошо адаптируются к изменению внешних условий.

Однако ориентация на продукт порождает свои проблемы, что подтверждает история использования *проектных* команд для разработки платформ в Chrysler. Разделив все автомобили по видам платформ — крупногабаритные автомобили, малолитражки, мини-вэны и т. д., — компания собрала специалистов всех функциональных подразделений, которые участвовали в создании соответствующей категории автомобилей, под одной крышей. Такая проектная команда подчинялась генеральному менеджеру, обязанности которого были похожи на обязанности главного инженера Toyota. Однако, как отмечает Собек (Sobek, 1997), реструктуризация вызвала ряд проблем и повлекла определенные издержки. Инженеры Chrysler тратили массу времени на координацию работы и бесконечные заседания, а стандартизации в рамках функциональных подразделений (в том числе использованию единых комплектующих) не уделялось должного внимания. Вскоре каждая проектная команда превратилась в своеобразную функциональную шахту, которая отличалась от традиционных функциональных подразделений лишь своей продуктовой направленностью. Члены проектных команд все больше закидывались на своем продукте, что снижало эффективность распределения ресурсов между платформами. Более того, хотя жизненный цикл проекта предполагает всплески и спады объема работ, генеральный менеджер стремился сохранить число инженеров неизменным, поскольку, дав возможность инженеру поработать в другой проектной команде, он мог потерять специалиста.

Со временем в компании Chrysler сформировалась ментальность, характерная для сложной, многоуровневой организации, и многие преимущества проектных команд были утрачены. Люди начали отстаивать узкие интересы собственных «княжеств», добиваясь наращивания бюджета, расширения штатов и повышения престижа. Пытаясь решить эту проблему, высшее руководство создало «технологические клубы», которые представляли собой профессиональные объединения специалистов из разных проектных команд. Предполагалось, что в таких клубах специалисты будут обмениваться информацией и заниматься стандартизацией компонентов автомобиля. Однако инженеры по-прежнему подчинялись генеральному менеджеру проектной команды, и клубы играли вторую скрипку по отношению к проектам по разработке продукции. Как сказал Гленн Гарднер, первый генеральный менеджер проектной команды: «Если человек не поступает в мое полное распоряжение, значит, мне не подчиняется никто. Мне нужно, чтобы инженеры посвящали все свое время работе над проектом».

Toyota редко идет на компромиссы, и когда ей пришлось выбирать между функциональной организацией (которая обеспечивает высокую квалификацию специалистов и возможность эффективно распределять людей при выполнении множества проектов) и продуктовой структурой (которая способствует интеграции функциональных подразделений), в компании решили: «Нам нужно и то и другое». Секрет успеха Toyota — сочетание сильной узкоспециализированной функциональной организации с системой главных инженеров. Благодаря такой матричной структуре Toyota извлекает выгоду из обоих подходов.

## **Достоинства и недостатки матричной структуры при управлении процессом разработки продукции**

С 1960-х годов многие организации разработали и взяли на вооружение разные варианты матричной структуры. Ее внедрение шло с переменным успехом. В некоторых случаях матричная структура позволила взять лучшее от функциональной и продуктовой структур, в некоторых случаях получилось наоборот.

Матричная структура позволяет:

- эффективно сбалансировать профессиональные знания, опыт и межфункциональную интеграцию;
- сочетать узкую специализацию функциональной организации с нацеленностью на потребителя, которая отличает продуктовую структуру;
- гибко распределять ресурсы между проектами, используя профессиональные знания специалистов для творческого решения возникающих проблем.



В 1960-е годы матричную структуру стали применять в NASA для исследований космического пространства\*. В этой сфере существовала острая потребность в узкой функциональной специализации, но при этом все составляющие космических аппаратов, создаваемые с использованием новейших технологий, должны были работать как единая система. Любая несогласованность могла стоить астронавту жизни. Сохраняя функциональную организацию, здесь создали структуру руководства программами для выполнения крупных правительственных проектов, которые давали NASA средства к существованию. Это означало систему двойного подчинения, — инженеры были подотчетны менеджеру функционального подразделения и руководителям программ по исследованию космоса.

Как показывает опыт NASA, матричная организационная структура имеет один крупный недостаток: она очень сложная! Данный подход нарушает основной принцип управления — каждый должен иметь только одного начальника. Как гласит пословица: «Слуга двух господ подобен собаке с двумя головами». Такая ситуация порождает проблемы коммуникации и то и дело заставляет выбирать, чьи распоряжения выполнять в первую очередь. Порой инженеры пользуются тем, что четкое распределение полномочий отсутствует, и пытаются заручиться поддержкой более покладистого босса. Такова человеческая природа. Более того, в таких условиях инженеры имеют возможность стравливать начальников между собой, как дети стравливают родителей, что порождает распри среди руководства. Матричная организация Toyota позволяет избежать таких проблем благодаря главным инженерам, которые руководят проектом, не допуская возникновения подобных ситуаций.

## **Матричная организация Toyota: давняя традиция сочетания двух структур**

Как совместить развитую функциональную структуру и матричную организацию в системе бережливой разработки продукции, поддерживая между ними мирные отношения? Секрет успеха — сочетание пристального внимания к потребителю (основа генетического кода Toyota) и системы главных инженеров (см. главу 7). При таком подходе управление проектами прекрасно сочетается с работой функциональных подразделений. Преобразование системы главных инженеров в матричную структуру Toyota произошло в 1950-е годы.

На рис. 8-1 представлена упрощенная версия матричной организационной структуры Toyota. Первоначально каждым продуктом занималось одно

---

\* Toyota сформировала матричную организационную структуру задолго до NASA.

функциональное подразделение. Во главе каждого функционального подразделения стоял генеральный менеджер — блестящий инженер и талантливый лидер подразделения. Обязанности генерального менеджера включали:

- отбор и профессиональную подготовку инженеров;
- координацию аттестации инженеров, работающих под его началом;
- обновление содержания контрольных листов по профилю подразделения;
- поддержание профессионального уровня специалистов;
- обеспечение технической координации, в частности унификации деталей в разных автомобилях;
- работа с поставщиками комплектующих по профилю подразделения (например, с инженерами-резидентами из компаний-поставщиков соответствующего профиля);
- направление инженеров на проекты, которые выполняются под руководством главных инженеров.

Планирование продукции	Функциональные подразделения				
	Дизайн ■	Кузов ■	Ходовая часть ■	Двигатель ■	Испытания ■
<i>Camry</i> ●	▲	▲	▲	▲	▲
<i>Corolla</i> ●	▲	▲	▲	▲	▲
<i>Celica</i> ●	▲	▲	▲	▲	▲
<i>Прочие</i> ●	▲	▲	▲	▲	▲

● Главный инженер

■ Генеральный менеджер функционального подразделения

▲ Инженер-разработчик

- Большинство инженеров подчиняется менеджерам функциональных подразделений.
- Инженеры направляются на проекты по мере необходимости.
- Отдел подготовки производства представляет собой самостоятельное подразделение.
- Под началом главного инженера работает небольшая административная группа.

**Рис. 8-1.** Матричная организационная структура в Toyota — «Машину создает главный инженер»

Таким образом, генеральный менеджер, будучи первоклассным техническим специалистом, выполнял традиционные обязанности менеджера, а также занимался администрированием, подготовкой специалистов и контролем за соблюдением профессиональных стандартов. При этом он не отвечал за разработку автомобиля в целом. Это было прерогативой главного инженера, который не тратил время на административную работу и управление персоналом. При такой структуре у главного инженера было время сфокусироваться на потребителе и продукте, а у генеральных менеджеров была возможность руководить инженерами и заниматься их обучением и развитием.

Развиваясь, эта структура превратилась в матричную организацию Toyota в ее нынешнем виде, где управленческие задачи распределяются между менеджерами функциональных подразделений и главным инженером. Как правило, считается, что в матричной организации каждый инженер одновременно подчиняется начальнику функционального подразделения и руководителю проекта. В Toyota большинство инженеров не подчиняется главному инженеру. Работая в проекте под руководством главного инженера, разработчики организационно подчиняются менеджеру функционального подразделения. Их отношения с главным инженером носят характер непрямого подчинения: хотя отчитываются они прежде всего перед своим функциональным руководителем, они сообщают всю важную информацию также главному инженеру. Что заставляет их информировать главного инженера? И почему такой подход в Toyota дает результаты?

Чтобы ответить на эти вопросы, нужно понять, почему применение матричной организационной структуры вызывает сложности у очень многих организаций. Как отмечалось выше, инженер в большинстве матричных структур имеет двух боссов — главу подразделения и руководителя проекта. В первую очередь инженер старается снискать расположение начальника подразделения, ведь именно он оценивает эффективность работы подчиненных. Казалось бы, в Toyota, где матричная система предполагает административное подчинение инженера главе функционального подразделения, подобный перекося неизбежен. Что заставляет инженеров считаться с главным инженером и уделять внимание конкретному проекту по разработке автомобиля? Успешной интеграции функциональных подразделений при выполнении проектов в Toyota способствуют пять факторов.

1. *Прежде всего потребитель.* Инженеру Toyota никогда не позволяют забыть этот принцип. Не случайно в Японии инженерам-новичкам поручают заниматься продажами автомобилей, — эта работа заставляет их усвоить основное правило: нет ничего важнее желаний клиента, задача инженера — удовлетворять потребителя, а не начальника функционального подразделения. Одновременно новичок узнает, что именно

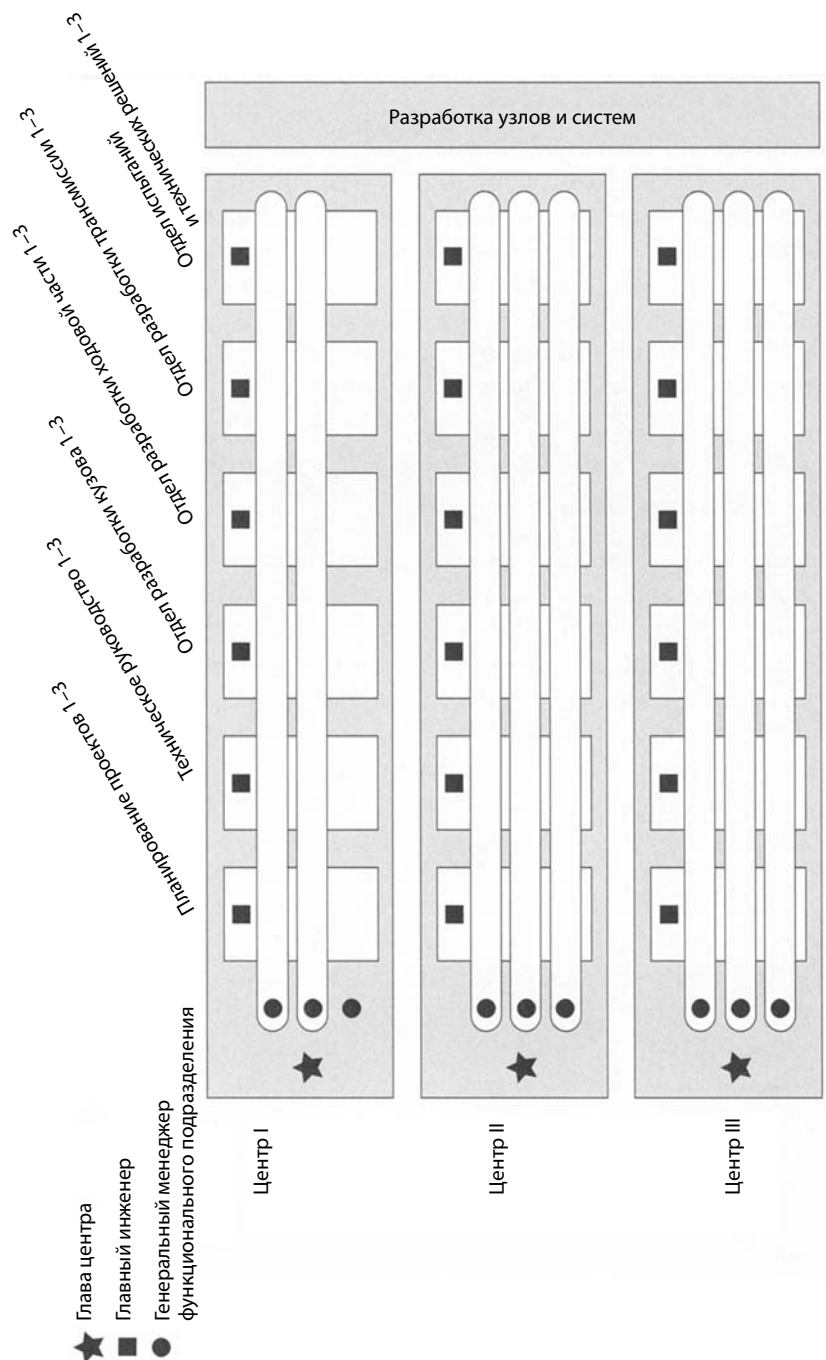
главный инженер «работает» рупором потребителя, а значит, чрезвычайно важно прислушиваться к его мнению. Таковы установки культуры Toyota, которые определяют соответствующий образ действий и имеют огромное значение для процесса бережливой разработки продукции.

2. *Главного инженера почитают.* Как рассказывалось в главе 7, любой инженер отдает должное профессиональному мастерству, лидерским навыкам и преданности делу, которые нужны, чтобы стать главным инженером. Эти качества вызывают глубокое уважение и заставляют всех и каждого оказывать содействие главному инженеру.
3. *Главному инженеру гарантирована поддержка высшего руководства.* Автомобиль — это детище главного инженера, и последний может в любой момент обратиться за помощью к любому представителю высшего руководства. Хотя главный инженер не наделен официальными полномочиями, он всегда может рассчитывать на поддержку топ-менеджмента.
4. *Генеральные менеджеры функциональных подразделений понимают важность обслуживания потребителей и межфункционального взаимодействия.* Оценивая эффективность работы своих подчиненных, генеральный менеджер очень серьезно подходит к информации, поступающей из других функциональных подразделений и от всех главных инженеров, с которыми работают его сотрудники. Поэтому инженер воспринимает любого начальника подразделения как босса, от которого зависит оценка эффективности его работы.
5. *Младшие сотрудники уважают старших.* Уважение к старшим, которые обладают богатым опытом, характерно для японской культуры. Младшие сотрудники естественным образом подчиняются старшим руководителям, которые имеют более широкие полномочия и оказывают наставническую помощь своим подчиненным.

## Реорганизация матричной структуры Toyota

Матричная структура Toyota успешно работала десятки лет, но компания росла, автомобили становились все более сложными, а число функциональных специальностей увеличивалось. В 1976 году главный инженер координировал работу специалистов из 23 отделов 6 крупных подразделений, а в 1991 году он работал уже с 48 отделами 12 подразделений (Cusumano and Nobeoka, 1998). Число проектов росло, и менеджерам функциональных подразделений было все труднее отслеживать детали их выполнения. Система стала слишком сложной для управления.

Глава 8. Создать организационную структуру, которая позволяет сочетать функциональную компетентность и межфункциональную интеграцию



Источник: Воспроизводится с изменениями по изданию Jeffrey K. Liker. The Toyota Way (New York: McGraw-Hill, 2004), 176, с разрешения McGraw-Hill.

**Рис. 8-2.** Структура центра разработки автомобилей Toyota

В 1992 году Toyota предприняла необычный шаг. После десятилетий тонкой настройки матричной организации компания коренным образом реорганизовала существующую структуру, создав три *центра разработки автомобилей*. Каждый из этих центров занимался отдельным семейством продуктов на базе единой платформы: с задним приводом, с передним приводом, автофургонами/внедорожниками. В 1993 году Toyota создала четвертый центр для разработки узлов и систем, которые использовались на разных платформах. Здесь осуществлялась большая часть научных исследований и перспективных разработок, а также разработки общего электрооборудования и двигателей. В 1993 году разработкой продукции занималось около 12 000 человек. После реорганизации в каждом из центров осталось менее 1900 человек (самая большая группа размещалась в четвертом центре), которые одновременно работали над пятью новыми автомобилями.

В результате преобразований были созданы компактные центры по разработке автомобилей, главным инженерам стало значительно проще координировать работы по реализации проектов, а согласованность выполнения разных проектов в пределах одного центра ощутимо возросла. Чтобы повысить ее еще больше, Toyota упростила систему функциональных подразделений. Два подразделения разработки кузова — внутренней части и наружных панелей, были объединены в один отдел разработки кузова, такой отдел был создан в каждом из трех центров разработки автомобилей. Подобным образом Toyota объединила два подразделения, которые занимались разработкой ходовой части, тем самым избавившись от лишних этапов передачи информации из рук в руки. Теперь в каждой из трех более компактных организаций генеральные менеджеры функциональных подразделений курировали меньшее количество проектов, что помогало им справиться с возросшим числом узкоспециализированных групп.

Каждый центр разработки автомобилей имеет собственный плановый отдел, в котором работают почти 200 сотрудников — около 10% от общей численности персонала центра. В состав этих отделов входят главные инженеры и их группы, которые руководят выполнением проектов, а также плановики, которые отслеживают затраты и сроки по каждому проекту. Даже сегодня в Toyota составляются ежедневные сводки о достижении целевых показателей затрат и сроках выполнения работ, что способствует своевременному и качественному выполнению проектов.

С появлением Lexus структура центров разработки автомобилей вновь изменилась. Руководство решило создать отдельное подразделение, специализирующееся на автомобилях класса люкс. В итоге получилась матричная организационная структура, представленная на рис. 8-2 (более ранний вариант описан в работе Cusumano and Nobeoka, 1998). Каждый центр на-

поминает основную матричную структуру в миниатюре. Большая часть заднеприводных автомобилей сосредоточена в Центре I, а переднеприводные автомобили в основном разрабатываются в Центре II. Грузовики и полноприводные внедорожники, которые раньше разрабатывались в Центре II, переведены в Центр I. Кроме того, в Центре I занимаются несколькими переднеприводными моделями (в частности, здесь работают с Avalon, Camry, Sienna, Solara, которые производятся в США). Третий центр занимается исключительно автомобилями Lexus. Поскольку при разработке и производстве Lexus применяются более жесткие стандарты, Toyota решила отделить его от прочих продуктов, чтобы данный автомобиль не напоминал рядовую модель Toyota. Заметьте, что централизация разработки узлов и важнейших систем позволяет объединить ресурсы и использовать их одновременно для осуществления множества проектов.

## **Структура проектных команд Chrysler: сравнение с центрами разработки автомобилей**

Платформенная организация разработки продукции стала обычным делом для автомобилестроительных компаний, однако, как правило, такие компании обходятся без главного инженера. Собек (Sobek, 1997) описал структуру *проектных команд* Chrysler, которые существенно отличаются от *центров разработки автомобилей* и не предусматривают фигуры, равноценной главному инженеру, в матричной организационной структуре Toyota.

Проектные команды Chrysler были сформированы в 1989 году, примерно за три года до реорганизации Toyota. Создание проектных команд было реакцией компании на проблемы коммуникации и взаимодействия функциональных подразделений. Высшее руководство Chrysler решило, что без радикальных преобразований не обойтись: нужно разрушить существующую функциональную организацию и создать структуру, ориентированную на продукт. Первым делом компания сформировала команду, которая стала разрабатывать платформу для серии LH, — больших легковых автомобилей с передним приводом (Dodge Intrepid, Chrysler LHS, Chrysler Concorde и др.). В то время вице-президент компании Боб Лутц уже принял решение перестроить чисто функциональную структуру Chrysler, создав проектные команды для разработки отдельных платформ. Вскоре были сформированы проектные команды для разработки малолитражек, мини-вэнов, автомобилей Jeep и пикапов. Преобразования осуществлялись стремительно, и причина этого была вполне понятна: компания была на грани банкротства. Она пыталась удержаться на плаву, продолжая производить машины K-серии — на

основе одной-единственной очень старой платформы, — и испытывала острую потребность в новых продуктах. Чтобы выжить, компания должна была измениться. В таких условиях Якокка предпринял дерзкий шаг: присмотревшись к системе разработки продукции Honda, он сделал ставку на создание системы проектных команд. Идея заключалась в том, чтобы, опираясь на межфункциональные команды, превратить функциональную структуру в организацию, ориентированную на продукт. В главе 7 уже упоминалось о том, что Chrysler построила в Оберн Хиллз, штат Мичиган, новый технический центр и разместила там инженеров из разных функциональных подразделений, чтобы собрать на одной площадке всех, кто занимался общей платформой, и тем самым упростить взаимодействие между командами.

Гленн Гарднер, который возглавлял разработку платформы LH, стал первым генеральным менеджером проектной команды. В свое время Гарднер внес определенный вклад в концепцию проектных команд, осуществив несколько удачных разработок по методу «кабинета скунса»\*. Тогда были организованы небольшие команды, которые работали вне основных офисов компании, не пересекаясь с бюрократической системой функциональных подразделений Chrysler, и имели возможность сосредоточиться на разработке автомобиля. Результаты превосходили все ожидания. К сожалению, позднее Chrysler распустила эти команды, и их члены вернулись в родные функциональные подразделения, растеряв наработанный опыт. Некоторое время Гарднер работал в высшем руководстве Mitsubishi, где познакомился с работой межфункциональных команд, после чего вернулся в Chrysler. Вооруженный новым опытом и новыми знаниями, он больше не интересовался разработками по методу «кабинета скунса». Теперь он хотел создать жизнеспособные команды, которые не придется расформировывать по завершении проекта. Он потребовал чтобы:

- Chrysler выделила ему весь инженерно-технический персонал, необходимый для разработки автомобиля;
- инженеры-технологи были у него в подчинении;
- все ведущие специалисты посвящали проекту все свое рабочее время, не отвлекаясь на другие дела (матричная система упразднилась).

Гарднер утверждал, что, если в его распоряжении будет команда отборных специалистов, работающих над проектом 100% рабочего времени, он выполнит работу, используя в два раза меньше людей, чем участвовало в таких проектах прежде. Его прогнозы сбылись — над про-

\* «Кабинетом скунса» называют маленький, часто изолированный исследовательский отдел какого-либо предприятия, функционирующий полуавтономно, практически без контроля начальства. — *Прим. пер.*



ектом по созданию платформы LH работал 741 человек вместо 1400, при этом команде удалось сократить время разработки автомобиля с 4,5 до 3,5 года и сэкономить 42 миллиона долларов. Целевые затраты снизились на 20 долларов, масса автомобиля уменьшилась, а экономия топлива превзошла запланированную. При этом речь шла о совершенно новой платформе для целого семейства крупногабаритных машин с новым двигателем. Когда машину запустили в производство, результаты были потрясающими. Автомобили на платформе LH — привлекательные, хорошо укомплектованные, имеющие конкурентоспособную цену, — положили начало возрождению Chrysler. Все автомобили, созданные на основе других платформ следом за LH, тоже пользовались заслуженным успехом, и Chrysler стала компанией, производящей недорогие, но приносящие высокую прибыль автомобили.

Как показано на рис. 8-3, проектные команды Chrysler были организованы по межфункциональному принципу и включали проектные группы из отделов, которые занимались кузовом, внутренними системами, ходовой частью, трансмиссией, электрикой/электроникой, программированием и технической оценкой автомобиля (Sobek, 1997).

- Пять платформ: крупногабаритная машина, малолитражка, мини-вэн, Jeep, пикап.
- Разработку платформы возглавляет межфункциональная административная группа.
- Сотрудники работают в команде рядом друг с другом.
- Функциональные службы интегрированы в работу с платформами через «технологические клубы».



**Рис. 8-3.** Система проектных команд Chrysler в 1989 году

Каждый из участков работы возглавлял «ответственный исполнитель», подотчетный генеральному менеджеру (именно этого требовал Гарднер), который руководил проектом с помощью небольшой группы менеджеров, подобной группе главного инженера в Toyota. Межфункциональная *административная группа* управляла проектной командой, а генеральный менеджер контролировал текущую работу. Административная группа включала представителей четырех функциональных групп — финансов, снабжения, планирования выпуска продукции и производства. Административная группа находилась в непрямом подчинении у генерального менеджера. Задачи административной группы состояли в том, чтобы обеспечить межфункциональную поддержку проектно-конструкторской деятельности, дать разработчикам возможность сосредоточиться на продукте и потребителе и прекратить распри между проектно-конструкторскими подразделениями и группами, выполняющими иные функции.

Поскольку основной задачей создания данной структуры была координация работы специалистов разного профиля, огромное количество времени и ресурсов тратилось на коммуникацию. До реорганизации Chrysler команда, которая занималась разработкой платформы, выполняла свою часть работы, а затем «перебрасывала ее через стену» другим группам, которые высказывали критические замечания по поводу предлагаемой конструкции и возвращали ее обратно. Это поглощало массу времени и сил и снижало качество итогового конструкторского решения. Новый подход, при котором разработкой платформ занимались проектные команды, позволял собрать в одном месте всех функциональных специалистов, ускорял процесс переговоров и помогал каждому быть в курсе текущего положения дел. По сравнению с прежней дисфункциональной системой создание проектных команд было подлинным переворотом в разработке продукции и несомненным шагом вперед. И все же по сравнению с системой бережливой разработки продукции такой подход имел ряд недостатков.

1. *Нерациональное использование инженеров.* Инженеры Chrysler занимались одним проектом от начала и до конца, что вело к нерациональному использованию ресурсов. На разных этапах жизненного цикла проекта требуется разное количество инженеров. Учитывая это обстоятельство, Toyota применяет матричную организационную структуру, которая позволяет по мере необходимости подключать к реализации проекта дополнительный персонал или переводить высвободившихся людей на другие проекты.
2. *Непродуманный круг обязанностей генерального менеджера.* В Chrysler генеральный менеджер платформы играет двойную роль. С одной стороны, он выполняет функции, аналогичные функциям главного инженера в Toyota, а с другой — руководит менеджерами функциональных подразделений. Это означает, что значительную часть времени он

тратит на администрирование в ущерб интеграции системы, а ведь именно это — первоочередная задача главного инженера в Toyota.

3. *Непродуманная организация собраний.* Инженерам Chrysler приходилось тратить массу времени на заседания, где нередко обсуждались исключительно административные вопросы. В итоге они уделяли меньше внимания разработке продукции. Поскольку инженеры работали в составе межфункциональных команд, им приходилось выслушивать представителей всех остальных функциональных групп, несмотря на то, что значительная часть информации не имела никакого отношения к их работе. Собек (Sobek, 1997) называет такой подход информированием методом погружения в детали. В Toyota не считают нужным информировать сотрудников методом погружения. Здесь инженеры уделяют первоочередное внимание проектно-конструкторской работе в САПР и используют систему вытягивания для своевременного, избирательного получения нужной информации.
4. *Плохая координация работы инженеров одной функциональной специализации.* Проектные команды Chrysler были так поглощены разработкой платформ, что специалисты, выполнявшие одни и те же функции, практически не координировали свою работу. Так, им не хватало времени на стандартизацию деталей, которые использовались в разных автомобилях. Пытаясь решить эту проблему, руководство Chrysler создало «технологические клубы», чтобы специалисты разного профиля, например инженеры-электронщики, могли встречаться со своими коллегами и обсуждать общие проблемы. Однако роль этих клубов оставалась весьма скромной, поскольку любому инженеру приходилось в первую очередь выполнять жесткие требования собственного проекта. Для сравнения можно сказать, что центры разработки автомобилей в Toyota уделяют самое пристальное внимание повышению квалификации специалистов функциональных подразделений, занимаясь их обучением и стандартизацией профессиональных знаний и навыков применительно ко всем платформам.

Понять, почему Chrysler взялась за такие преобразования, несложно. Острые проблемы координации работы функциональных подразделений заставили компанию реорганизовать процесс разработки продукции. Новый подход позволял инженерам сосредоточиться на продукте. Каждый получал постоянное место в единой иерархической структуре, которая занималась разработкой платформы. Работа такой структуры координировалась с помощью бесконечных собраний. Все это дало определенный эффект, но не позволило радикально сократить время выполнения заказов и выйти на

показатели процесса бережливой разработки продукции, которой руководил главный инженер. (В Toyota время выполнения заказа в центрах разработки автомобилей сократилось до 12–15 месяцев на проект.) К 2003 году группа Chrysler в составе концерна DaimlerChrysler стала присматриваться к модели Toyota. Она укрепила функциональную структуру и учредила должность, аналогичную должности главного инженера в Toyota.

Пока Chrysler занималась реорганизацией, Toyota не стояла на месте. Высшее руководство компании понимало, что следует пересмотреть собственную функциональную структуру, которая в то время приводилась в движение исключительно системой главных инженеров. Когда Toyota начала совершенствовать процесс параллельного проектирования, стремясь повысить интеграцию продукта и усовершенствовать производственную систему, стало понятно, что следующий этап развития требует улучшить горизонтальную координацию функциональных подразделений. Это привело к новым усовершенствованиям — появлению обоев, команд разработки модулей, главных инженеров по организации производства и незначительной корректировке функций главного инженера.

## **Параллельное проектирование: обоев**

В начале 1990-х годов Эйджи Тоёда опасался, что процветающей Toyota грозит застой. Он хотел возродить атмосферу новаторства и энтузиазма времен становления компании и, воплощая этот план в жизнь, сделал ставку на платформу G21 (Global 21) — позднее Prius, — проект, который должен был радикально изменить ситуацию (см. главу 7). Одной из задач проекта было создание нового подхода к разработке автомобиля XXI века. Возглавить проект G21 поручили Такеши Утиямада, который не имел опыта разработки продукции и никогда не был главным инженером. Чтобы избежать провала, Утиямада был вынужден изобрести новый подход. Он решил, что не будет рассчитывать только на свои силы и обратится к помощи тех, кто имеет богатый опыт разработки продукции. Лучший способ сделать это — собрать ведущих специалистов основных функциональных подразделений в одном месте и попросить их помочь руководить проектом. Хотя на первый взгляд такой подход напоминает систему проектных команд Chrysler, есть одно важное отличие. Система Chrysler предусматривала создание административной группы, что обеспечивало участие в проекте подразделений, выполняющих вспомогательные функции, например отдела снабжения и финансового отдела. Утиямада же стремился заручиться поддержкой основных функциональных подразделений, которые занимались проектно-конструкторской работой,

что помогало ему руководить процессом разработки автомобиля. При этом Утиямада был главным инженером в полном смысле слова и при решении вопросов, касающихся продукта, последнее слово оставалось за ним.

Как рассказывалось в главе 7, первым нововведением Утиямада было создание обeya, где главный инженер примерно каждые два дня встречался с командой, в состав которой входили представители функциональных групп, занимавшихся проектированием, технической оценкой и производством. Специалисты работали здесь вместе с главным инженером, формулируя идеи, решая насущные проблемы и принимая оперативные решения. В этих совещаниях участвовали сотрудники отдела организации производства, которые обсуждали и решали различные вопросы вместе с разработчиками. Собрания участников проекта в обeya позволяли решить две задачи — сбор информации и управление информацией. Сбор информации — главным образом обязанность функциональных групп. Управление информацией — дело главного инженера, который незамедлительно принимает решения текущего характера совместно с другими лидерами, не откладывая рассмотрение вопроса ни на неделю, ни даже на день. В обeya используются несложные инструменты визуального менеджмента — все стены этого оперативного центра увешаны графиками достижения целевых показателей и календарными планами, в которых отмечены контрольные точки. Каждый может без труда оценить все аспекты реализации проекта, что помогает принимать решения и способствует взаимопониманию между командами, участвующими в работе.

Не заменив и не изменив матричную структуру Toyota, обeya расширила возможности главного инженера. В обeya главный инженер может обсудить концепцию автомобиля с проектно-конструкторскими подразделениями и группой планирования и учесть итоги обсуждения при составлении концептуального проекта. Кроме того, хотя главный инженер по-прежнему контролирует все аспекты реализации проекта, обeya позволяет межфункциональной команде принимать непосредственное участие в принятии решений.

Второе нововведение Утиямада состояло в том, что теперь составлением графика работ занимался офис главного инженера. Раньше все команды, которые участвовали в проекте, сводили воедино собственные графики и представляли главному инженеру итоговый план работ. При новом подходе главный инженер использовал обeya для составления сводного графика, выявляя проблемные участки и создавая целевые группы. Выработку контрмер для решения любой проблемы главный инженер поручал конкретному члену команды.

Третье нововведение Утиямада было связано с потребностью Toyota в освоении новых технологий на пороге XXI века. Впервые в истории компа-

нии команда разработчиков широко использовала Интернет и электронную почту как основное средство связи. До этого Toyota подходила к использованию информационных технологий достаточно консервативно. Утиямада, за плечами которого был опыт работы в исследовательских лабораториях, прекрасно владел этими технологиями.

Четвертым нововведением стало расширение параллельного проектирования и введение должности инженера по параллельному проектированию. Toyota начала применять параллельное проектирование за несколько лет до создания Prius, но никогда не использовала его в таких масштабах, которые планировал Утиямада. Поскольку проект Prius требовал радикально перестроить процесс разработки, а сроки выполнения работ были очень жесткими, Утиямада стал активно привлекать инженеров-координаторов к участию в проекте. Его замысел оказался успешным, и это положило начало новой традиции в Toyota. Как отмечается в главе 4, теперь в каждой команде разработки модулей есть по меньшей мере один инженер по параллельному проектированию, который курирует проект как представитель отдела организации производства. Будучи специалистом по определенному технологическому процессу (штамповке, сварке и т.п.), он дает команде рекомендации по повышению технологичности конструкции и в то же время выступает как представитель проектной группы, давая рекомендации технологам, которые занимаются подготовкой производства. Выполняя эти две задачи, такой инженер-координатор помогает синхронизировать различные виды деятельности, сократить число ошибок и доработок и обеспечить взаимодействие подразделений. Таким образом, параллельное проектирование представляет собой жизненно важный *механизм горизонтальной координации*.

## **Параллельное проектирование: команды разработки модулей и главные инженеры по организации производства**

В настоящее время Toyota развивает следующие инициативы в сфере параллельного проектирования: 1) команду разработки модулей и 2) должность главного инженера по организации производства, функции которого сродни функциям главного инженера.

В какой-то мере эти новшества представляли собой уход от прежней, на первый взгляд весьма эффективной системы. Долгие годы Toyota славилась разработкой продукции, которая отличалась высокой технологичностью. Этому способствовали следующие факторы.

1. Чтобы стать первоклассным разработчиком, инженер Toyota должен был проводить часть времени в цехе и представлять условия производства.
2. Принцип «прежде всего потребитель» заставлял инженеров Toyota учитывать возможности и проблемы производства.
3. Инженерам-разработчикам приходилось принимать специалистов по организации производства всерьез из-за исключительной важности производства, поэтому последние пользовались большим влиянием.
4. Как отдел разработок, так и отдел организации производства вели, использовали и обновляли собственные подробные контрольные листки, которые обязывали учитывать требования производства на этапе разработки.
5. Специалисты по организации производства вместе инженерами-разработчиками присутствовали на важнейших мероприятиях по оценке проекта на этапе кенто (создание эскизных чертежей), принимая участие в анализе выполненной работы, и должны были подписывать сводный документ K4 (см. главу 4).

Хотя Toyota продолжала совершенствовать процесс разработки продукции (в ряде случаев избавившись от необходимости создавать опытные образцы и радикально сократив время изготовления инструмента и технологической оснастки), прежний подход к взаимодействию между разработчиками и специалистами по организации производства не отвечал новым требованиям. Новый, ускоренный процесс разработки продукции требовал безупречной согласованности действий. Кроме того, Toyota хотела повысить эффективность производства до такого уровня, чтобы иметь возможность конкурировать с заводами в Китае, где заработная плата весьма низка. Лидеры компании понимали, что снижение трудоемкости производства напрямую зависит от того, учтены ли требования оптимизации использования рабочей силы в проекте. В Toyota пришли к выводу, что обеспечить высокие темпы работы при растущей сложности продукции можно лишь при более интенсивном взаимодействии отдела разработки и отдела организации производства. Для решения этой задачи в компании были созданы команды разработки модулей.

### **Команды разработки модулей: кузов и организация производства**

На рис. 8-4 и 8-5 показана структура команд разработки следующих модулей: каркаса и панелей кузова. Два представленных примера иллюстри-

руют работу Технического центра Toyota в Анн-Арбор, штат Мичиган, и подразделения, занимающегося организацией производства в Эрлангере, штат Кентукки, в штаб-квартире Toyota Motor Manufacturing в Северной Америке.

Инженеры, которые занимаются проектно-конструкторскими работами в Техническом центре Toyota, сгруппированы по специализациям (кузов, электрика, обогрев, вентиляция и кондиционирование и т.п.), при этом разработчики кузова объединены в группы с более узкой специализацией: передняя часть, «черный» кузов, внешние панели и днище (рис. 8-4). Каждой подсистемой в рамках конкретного проекта (Camry, Avalon) занимается отдельная команда разработчиков во главе со старшим инженером. Подобные специализированные группы — штамповка и каркас, покраска, общая сборка и т.д. — существуют и в отделе организации производства. Зачастую они, так же как и группы разработчиков, включают подгруппы с более узкой специализацией.

Инженеры отдела штамповки и каркасных конструкций сгруппированы в соответствии с составляющими кузова точно так же, как их коллеги из отдела разработок (внешние панели, передняя часть, «черный» кузов). В каждой из этих групп готовят высококвалифицированных, опытных инженеров, которые становятся инженерами по параллельному проектированию и представляют свою функциональную специализацию в межфункциональных MDT. Эти команды регулярно встречаются с самого начала периода кенто — еще до утверждения модели в глине. Они работают как единая расширенная команда, принимая совместные решения, основываясь на показателях контрольных листов, а затем просят специалистов по организации производства оценить эти решения.

Кроме того, в Северной Америке Toyota учредила должность главного инженера по организации производства (chief production engineer, CPE), который отвечает за подготовку производства и запуск автомобиля в производство. Его роль подобна роли главного инженера при разработке продукции. Задача CPE — общее руководство разработкой производственного процесса и координация работы SE во всех командах разработки модулей. Важная обязанность CPE на предприятиях Toyota в США — координировать работу с Японией (где осуществляется большая часть технологических разработок) и руководить передачей производственного оборудования в США. Создание должности CPE свидетельствует о том, что координация разработок сложного продукта при высоких темпах работ — очень непростой процесс.

Перед собраниями MDT на ранних стадиях процесса кенто (см. главу 4), которые проводятся каждые две недели, инженеры группы координации



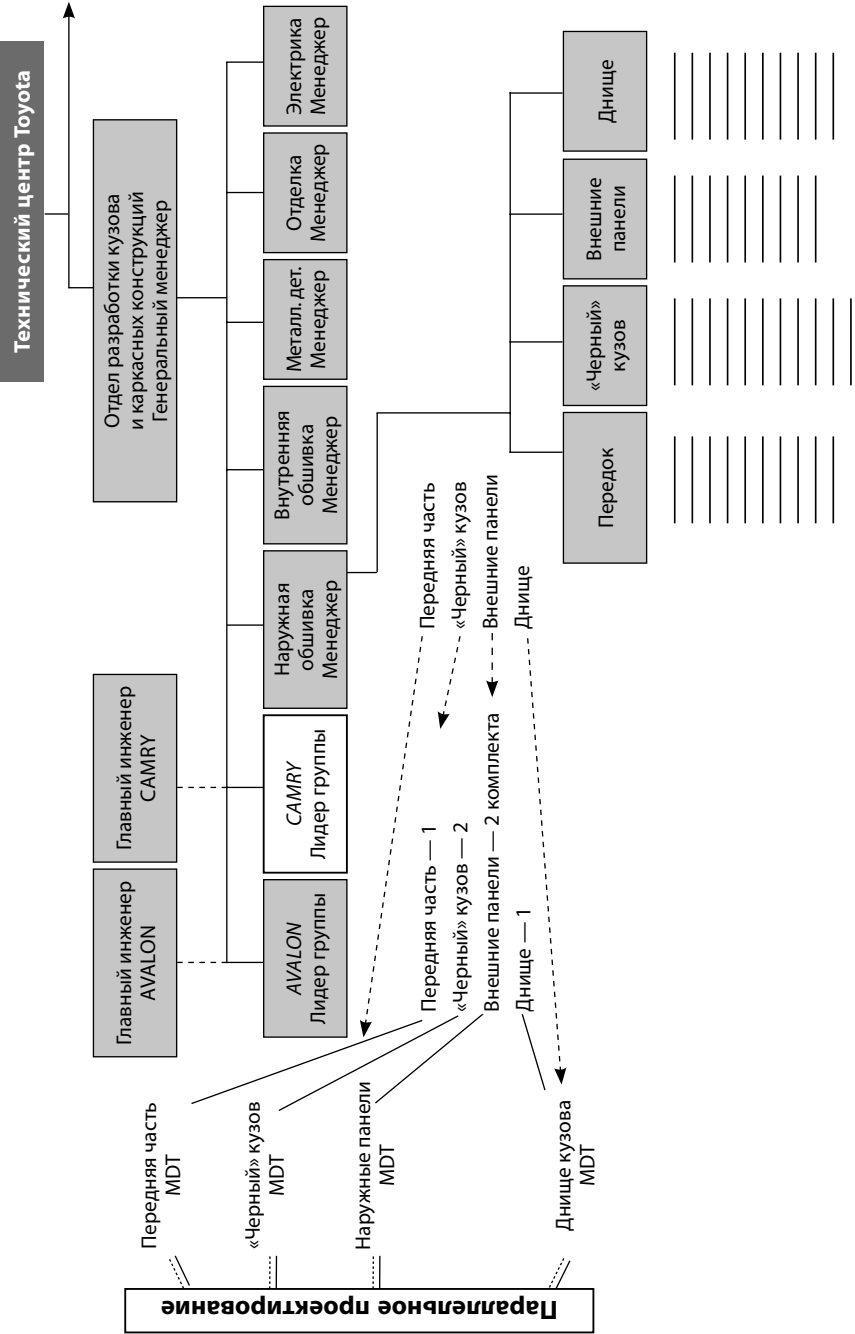
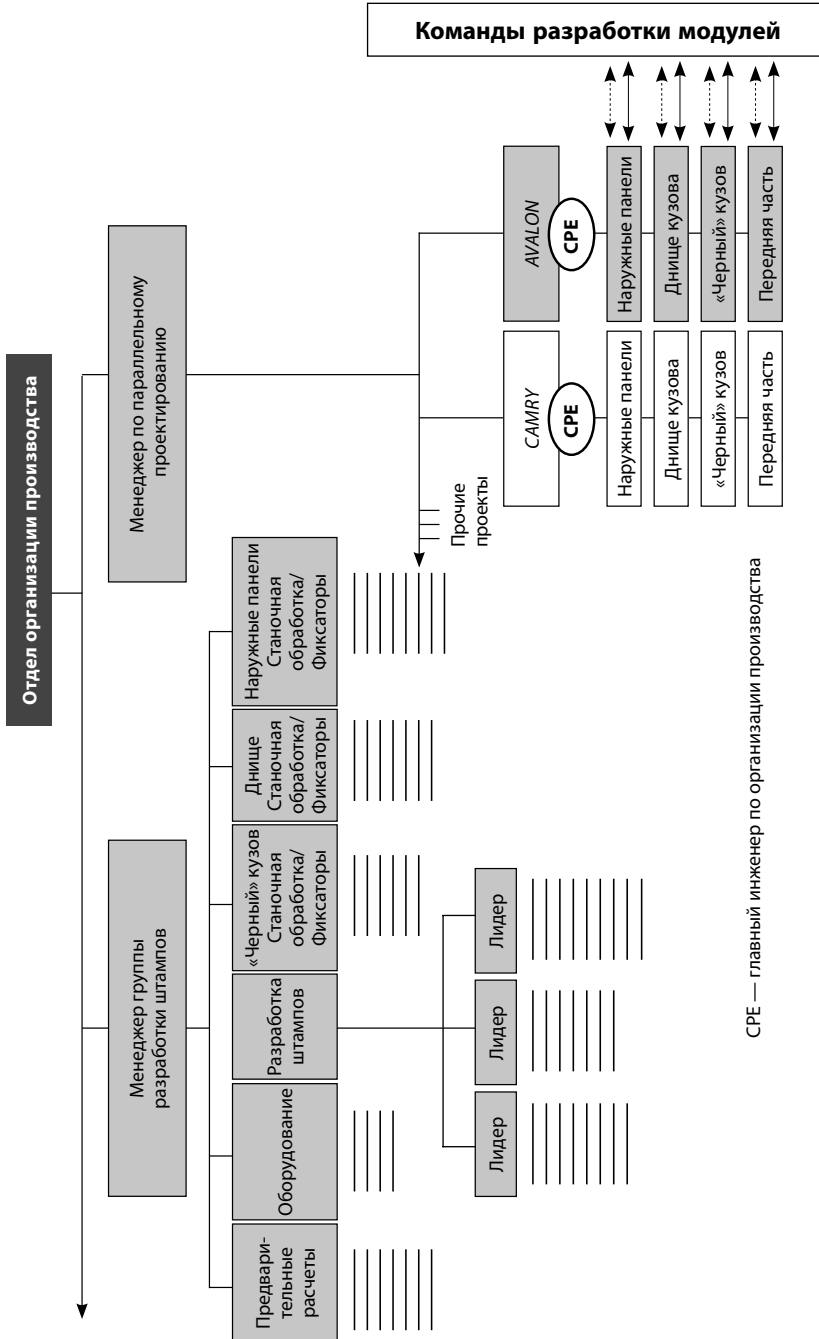


Рис. 8-4. Структура отдела разработки кузова и параллельное проектирование



**Рис. 8-5.** Структура отдела организации производства в Toyota и параллельное проектирование

параллельных разработок знакомятся с проектно-конструкторской документацией, распространяемой в электронном виде. Они изучают текущие предложения конструкции, используя технологические данные, свежие сендзу (подробные технологические чертежи) и контрольные листки. В этот период команда разработки модулей анализирует, обсуждает и прорабатывает альтернативные решения. Поскольку инженер по параллельному проектированию отвечает за конкретные детали на протяжении всего проекта, он стремится своевременно оценивать, как отразятся предложенные решения на качестве и эффективности производства.

Команды разработки модулей — это бесценный инструмент раннего решения проблем, параллельной разработки продукта и процесса и изоляции вариабельности. Будучи важнейшим средством интеграции, MDT объединяет специалистов разного профиля и дает им возможность высказать ценные соображения о проблемах своих коллег. При этом, как показано на рис. 8-4 и 8-5, «домом» любого инженера по организации производства остается его функциональное подразделение. При необходимости инженеры по организации производства направляются в Технический центр Toyota (ТТС). В периоды всплеска объема работ инженеры по организации производства и другие специалисты могут работать в ТТС всю неделю. В Техническом центре есть специальные помещения, где можно в любой момент разместить множество команд разработки модулей. Как и проектные команды Chrysler, MDT способствуют интеграции проектирования и упрощают коммуникацию, однако при этом они позволяют поддерживать высокий уровень квалификации специалистов функциональных подразделений за счет обмена знаниями и опытом. Хотя MDT широко используются лишь с 1997 года, они успели оказать ощутимое благотворное влияние на эффективность разработки продукции в Toyota.

Хотя обея и MDT развивались параллельно как две отдельные системы, со временем они слились в единую «систему обея». Теперь MDT рассматриваются как часть обея, которая вносит важный вклад в работу обея при принятии решений и решении проблем. Такая расширенная система обея помогает главному инженеру работать с межфункциональными командами, упрочивает матричную структуру Toyota и, благодаря использованию SE, обеспечивает горизонтальную координацию работы всех подразделений и производства. При этом обея превратилась в мигрирующий конструкт: основная обея, сформированная на ранних этапах разработки, перемещается на производственный участок на этапе подготовки производства к выпуску продукции. Важно подчеркнуть, что речь идет не об упразднении матричной структуры, главного инженера и функциональных подразделений. Прежняя организационная структура остается в целости и сохранности. Обея и

MDT — это дополнительные механизмы интеграции, которые упрочняют связи между функциональными группами.

## **Организационная структура как развивающееся явление**

Мы уже говорили о том, что изучение системы разработки продукции в Toyota подобно попытке снять с луковицы кожуру. Две последние главы показывают, что подход Toyota к организации разработки продукции и процесса постоянно развивается. Это одна из сильных сторон бережливого мышления, которое делает упор на создании обучающейся организации, — вы постоянно совершенствуете то, что имеете, обеспечивая преемственность. Несмотря на все преобразования, принципы и философия разработки продукции в Toyota не изменились. Система главных инженеров действует оперативно и безотказно, а отлаженная функциональная организация идет в ногу с требованиями XXI века. Отдел организации производства остается такой же крупной и влиятельной структурой, как прежде. Однако подразделение, занимающееся разработкой продукции, которое стало слишком сложным и громоздким, преобразовано в несколько более компактных и управляемых структур, которые занимаются разработкой платформ для разных категорий автомобилей. Toyota пришлось до некоторой степени ограничить полномочия главных инженеров в центрах по разработке автомобилей, чтобы расширить использование единых комплектующих. Кроме того, существующая система была дополнена продуманными механизмами горизонтальной координации — обея, командами разработки модулей и инженерами по параллельному проектированию. Однако и после всех этих изменений успех автомобиля по-прежнему определяется талантом, настойчивостью и личностными качествами главного инженера.

Следуя второму принципу LDPS, касающемуся подсистемы «Люди», — создать организационную структуру, позволяющую сочетать функциональную компетентность и межфункциональную интеграцию, — ваша компания закладывает фундамент для рационального использования персонала и разумного распределения ответственности за принятие решений. Дав читателю представление о системе главных инженеров и матричной организационной структуре, в следующей главе мы рассмотрим третий принцип подсистемы «Люди»: повышать уровень технических знаний и навыков всех инженеров. Этот принцип служит воплощением бережливого мышления применительно к отбору, найму и развитию талантливых людей.

### ***Резюме принципа 6***

#### ***Создать организационную структуру, которая позволяет сочетать функциональную компетентность и межфункциональную интеграцию***

LPDS требует высокой квалификации функциональных специалистов наряду с координацией работы функциональных подразделений. Выполнение этих требований позволяет компании сосредоточиться на потребителе. Именно этим объясняется популярность матричной организационной структуры — она позволяет сбалансировать функциональную организацию и ориентацию на продукт. Однако на деле матричная структура часто оказывается несбалансированной. В ней доминирует либо функциональная составляющая, что приводит к появлению разобщенных групп специалистов, либо продуктовая, что наносит ущерб квалификации специалистов и стандартизации продукции. Toyota удается пользоваться преимуществами обеих структур, — опираясь на высококвалифицированных специалистов функциональных подразделений, главный инженер нацеливает их и на продукт, и на потребителя.



## Повышать уровень технических знаний и навыков всех инженеров

В Toyota, разрабатывая новую продукцию, мы одновременно занимаемся развитием людей.

*УТИ ОКАМОТА, БЫВШИЙ ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ ОТДЕЛА  
РАЗРАБОТКИ КУЗОВА В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ*

Успешная разработка продукции немыслима без одаренных, умелых, талантливых инженеров. Процесс бережливой разработки продукции в условиях отлаженного, синхронизированного, выровненного потока означает, что каждый участник проекта по разработке продукции должен выполнять свою работу правильно и в срок. Одно слабое звено может нарушить точную синхронизацию и остановить весь процесс. Чтобы предотвратить сбои и добиться успеха, компания должна быть готова к крупным инвестициям в отбор и развитие своих инженеров.

В бережливой системе сочетается обучение на собственном опыте и наставничество. Новоиспеченные выпускники университетов не готовы к реализации сложных проектов, которые выполняют квалифицированные инженеры. Подготовка хорошего специалиста — долгий процесс, который начинается практически с нуля. Это всегда понимали в Toyota, где методы отбора и подготовки специалистов продуманы до мелочей. Карьера инженеров Toyota зависит от практического освоения знаний и навыков, что чрезвычайно важно для высоких темпов процесса разработки продукции. Эти темпы определяются «доверием к профессионализму». Инженеры-разработчики подобны игрокам хоккейной команды или членам группы спецназа, которые безгранично доверяют своим товарищам и не сомневаются в правильности и своевременности их действий. Такое доверие имеет две составляющих.

1. Честность. Слова не должны расходиться с делами.
2. Компетентность. Люди должны быть способны осуществить свои замыслы.

Доверие к опытным высококвалифицированным специалистам, которые неизменно добиваются блестящих результатов, со временем только крепнет. Обеспечить соответствующий уровень профессионализма помогают жесткий отбор и продуманная подготовка.

## Наем, развитие и сохранение персонала

Высокий уровень профессиональной квалификации начинается с системы найма, развития и удержания людей. К сожалению, многие компании не располагают системой или философией, которая способствует непрерывному повышению уровня профессиональной квалификации. В такой компании могут работать несколько отличившихся инженеров, которые добились успеха благодаря счастливому стечению обстоятельств или за счет врожденных способностей. Возможно, такой компании удалось нанять несколько лучших специалистов через интернатуру\*, найти на ярмарках вакансий или в университетах. Но даже одаренных новичков после найма часто просто забывают, не уделяя внимания их развитию. В отсутствие процесса или программы обучения подготовка носит отрывочный, несистематический характер. Начинающий инженер слишком быстро переключается с одной области на другую, не улавливая их взаимосвязи, что мешает ему хорошо освоить хотя бы одну из них. Более того, поскольку непосредственный начальник новичка скорее всего прошел такую же школу, он, как правило, не обладает ни опытом, ни техническими навыками, которые нужны, чтобы стать наставником молодых инженеров.

В организационном аспекте бережливой разработки продукции социальная подсистема носит характер меритократии, — иерархии, основанной на квалификации и профессиональных достижениях. В Toyota трудовой путь любого инженера-новичка начинается с практической работы, которая закладывает основы высокого профессионализма. На протяжении первых шести–восьми лет инженер регулярно проходит аттестацию, при этом оценивается уровень освоенных навыков и соблюдение существующих методик и стандартов. Вознаграждение (продвижение по службе) привязано к достижениям. Во многих компаниях каждый менеджер должен иметь диплом МВА. В Toyota сотрудников со степенью МВА немного. Высший менеджмент компании состоит из бывших инженеров, авторитет которых опирается на опыт и мастерство, — неизменный источник жизненной силы для разработки продукции. Эти руководители воспитаны той же самой системой и обычно

\* В США термин «интернатура» означает не только последипломную практику врачей, но и работу в учреждении, на фирме и т. п., предполагающую ознакомление практиканта (интерна) с новыми навыками, изучение какой-либо специальности и т. д. — *Прим. пер.*



знают работу лучше своих подчиненных. Принцип Toyota «лидер — это наставник» помог воспитать не одно поколение инженеров.

Характер обучения и развития персонала во многом зависит от того, как компания определяет свои ценности и ключевые компетенции. Toyota рассматривает себя прежде всего как предприятие, *изготавливающее автомобили* (ключевая компетенция), и это позволяет ей избежать массы проблем, с которыми сталкиваются другие компании, заставляя инженеров учитывать производственные требования в процессе разработки продукции. Важность технологии (в Toyota за нее отвечает отдел организации производства) не подлежит сомнению. Благодаря такой самоидентификации инженеры Toyota умеют все — от проектирования инструментальной оснастки до полномасштабной разработки производственного оборудования и надзора за его монтажом, то есть они готовы к выполнению работ, которые выходят далеко за пределы круга обязанностей инженера-технолога в большинстве отраслей.

Практика найма и обучения персонала не может не оказывать влияния на культуру компании, ее систему ценностей, а именно на этом стоит система бережливой разработки продукции. Этот тезис лучше всего проиллюстрировать сравнительным анализом практики найма и развития персонала в компании NAC и в Toyota. Авторы подозревают, что ценности и корпоративные принципы\* NAC многим будут очень знакомы по личному опыту.

## Процесс подбора и найма персонала в NAC

Нанимая людей, NAC придерживается принципа децентрализации: локальные офисы и функциональные подразделения занимаются подбором и наймом самостоятельно. Численность персонала определяется руководством компании и связана с бюджетом функциональных подразделений. Отдельные мероприятия носят централизованный характер: так, представители службы персонала посещают университеты для отбора потенциальных сотрудников, которых приглашают на собеседование в NAC. Затем отдельные подразделения компании отбирают из претендентов тех, кого они хотели бы взять на работу. После того как инженер принят на работу в одно из подразделений NAC, его дальнейшая судьба зависит от возможностей и особенностей данного подразделения и прихотей его менеджера — одни руководители занимаются обучением и развитием новичков, другим нет до них никакого дела.

В NAC поощряют частые переходы инженеров из одного подразделения в другое, так как считают, что это помогает расширить их профессиональный

\* В русской литературе по управлению качеством принято переводить *polícies* как «политика», а не как «корпоративные принципы». — *Прим. науч. ред.*

кругозор. На деле же это означает, что любое обучение или работа под руководством более опытного сотрудника ведутся в спешке, носят несистематический характер и не имеют единого плана. Инженер, который несколько лет работает на одном месте, рискует прослыть «засидевшимся» — специалистом, который никуда не стремится. Те, кто нуждается в обучении или хочет учиться, часто не имеют возможности повысить квалификацию. В результате их профессиональный уровень растет очень медленно или не повышается вовсе. Другие, более инициативные, занимаются самообразованием и, стремительно повышая свою квалификацию, нередко превращаются в самонадеянных «ковбоев», которые не привыкли считаться с мнением других, что расшатывает всю систему разработки продукции. НАС не хватает стандартизированного процесса развития людей, здесь нет ни продуманной карьерной лестницы, ни устойчивых критериев оценки сотрудников и распределения вознаграждений. Далее мы расскажем, как осуществляется процесс отбора и найма персонала для разработки продукции и технологии производства в НАС, и рассмотрим некоторые установки, характерные для компаний, производящих потребительские товары.

### **Процесс отбора и найма в отделе разработки продукции НАС**

Как правило, НАС пополняет ряды инженеров-разработчиков выпускниками лучших университетов США, участвуя в университетских программах трудоустройства. Обычно на вакансии НАС претендует большая группа лучших студентов. Претенденты должны иметь степень бакалавра в области машиностроения, электротехники или химической технологии. Многие имеют степень магистра. Отдел разработки продукции и служба персонала проводят с претендентами серию собеседований. Того, кто прошел собеседования успешно, принимают на работу и обычно сразу отправляют в функциональное подразделение соответствующего профиля. От новичка, который едва успел приступить к работе, ожидают немедленных результатов. Молодого инженера готовят «в скороварке» — его бегом вводят в курс дела и тут же подключают к реализации проекта по разработке. Обучение методом «испытания огнем» позволяет начинающему инженеру выработать массу полезных навыков.

### **Процесс найма в отделе организации производства НАС**

Укомплектовывая персонал отдел организации производства, НАС практикует похожий подход. Формально претендент должен иметь диплом бакалавра по одной из инженерных специальностей, но для тех, кто имеет опыт практической работы, могут сделать исключение. Хотя сотрудники отдела

принимают участие в отборе персонала из университетов, людей в этот отдел обычно нанимают в индивидуальном порядке. С претендентом беседуют менеджер отдела организации производства и представитель службы персонала. Процесс найма не имеет жесткой регламентации, однако устойчивое предпочтение оказывается тем, кто уже работает в НАС. Таких сотрудников переводят в отдел организации производства из других подразделений (например, из сборочного или штамповочного цеха). Как и отдел разработки продукции, отдел организации производства отвечает за обучение новичков, но стандартная схема их подготовки отсутствует.

С точки зрения бережливого мышления процесс отбора и найма персонала в НАС крайне неудачен и не годится для создания высокоэффективной системы разработки продукции. НАС исходит из трех пагубных предпосылок.

1. *Инженеры получают профессиональную подготовку в университете.* В НАС считают, что, нанимая лучших выпускников лучших университетов, компания получает профессионально подготовленных инженеров, способных немедленно приступить к работе.
2. *Каждое подразделение может обучить собственных инженеров самостоятельно.* Дать функциональным подразделениям карт-бланш на подготовку инженеров — одна из самых вредных идей. Беседуя с менеджерами компании, участвующими в отборе и найме персонала, авторы обнаружили, что большинство из них считает: «Мы — профессионалы, а значит, нам по силам эффективно обучать профессиональных инженеров». Однако на деле все оказывается совсем иначе. Более того, в отсутствие общей точки отсчета и единого процесса предварительной подготовки инженеры часто питают более теплые чувства к собственному подразделению, нежели к компании в целом.
3. *Инженерам-технологам не требуется столь же основательной подготовки, как инженерам-разработчикам.* Подобная установка отражает бытующее в НАС мнение, что инженеры-разработчики — это «белая кость», ведь именно они занимаются «настоящей» проектно-конструкторской работой. Подразумевается, что инженеры-технологи — профессионалы не столь высокого класса, ведь их дело — общаться с заводскими рабочими, и им не нужна прикладная математика и научные дисциплины, без которых не обходится разработка продукции.

## **Обучение и развитие в НАС**

Развитие персонала в НАС по большей части носит экстенсивный характер. Новоиспеченному инженеру говорят, что широкий профессиональный кругозор чрезвычайно важен для успешного продвижения по карьерной

лестнице. В компании принято считать, что тот, кто работает на одном месте более двух лет, не стремится к повышению. Хотя в НАС, безусловно, существуют широкие возможности обучения на рабочем месте, этот процесс не структурирован, а система поощрений начальников за обучение молодых специалистов отсутствует. В итоге у начальников практически нет стимула повышать профессиональный уровень начинающих инженеров. Поэтому руководители, которые делают все, чтобы развивать молодые таланты, встречаются нечасто, причем каждый из них использует собственные, уникальные методы. Большая часть формального обучения в НАС осуществляется с помощью компьютеров по методу «выбери правильный вариант». Всех сотрудников отдела разработки продукции обязывают прослушать ряд учебных курсов. Однако многие инженеры чувствуют, что такое обучение бессмысленно, так как оно не имеет отношения к повседневной работе. Даже если занятия приносят пользу, они не влияют на методы выполнения работы. По мнению инженеров, было бы неплохо, если бы менеджмент вносил изменения в повседневные операции, прислушиваясь к тому, что рассказывается на аудиторных занятиях.

Разумеется, новички в НАС учатся у более опытных сотрудников. Однако обычно подобное обучение не связано с повышением уровня профессиональной подготовки. Беседуя с сотрудниками НАС, мы выяснили, что по большей части речь идет об умении делать карьеру, — к примеру, новичок узнает, как обходить подводные камни в отношениях с начальством. Хотя в НАС часто обсуждается продвижение по карьерной лестнице, никто из сотрудников компании, с которыми беседовали авторы книги, не смог описать карьерную лестницу в собственном функциональном подразделении. Более того, нам говорили, что людей слишком часто переводят из одной функциональной группы в другую, не давая им возможности как следует освоить хотя бы одну специальность. Инженеров-разработчиков нередко переводят на новую работу до того, как они успевают приобрести необходимую квалификацию на прежнем месте.

Продуманная карьерная лестница, которая позволяет приобрести необходимые знания и навыки, отсутствует даже в отделе организации производства, где люди, как правило, дольше работают на одном месте. Отчасти это объясняется тем, что разработка технологии по большей части осуществляется за пределами НАС. Руководству отдела приходится рассчитывать на знания и опыт, которые инженер приобрел в процессе формального образования, на предыдущем месте работы или на предприятиях поставщиков. В отсутствие структурированной системы наставничества и продуманной траектории повышения НАС очень непросто обучить новых инженеров пользоваться стандартизированными методами и инструментами. Это по-

вышает вариацию профессионального уровня инженеров, — одни имеют высочайшую квалификацию и могут считаться лучшими специалистами в отрасли, другие не дотягивают и до среднего уровня. Такое положение дел повышает вариацию, мешает компании прогнозировать результаты и осуществлять планирование и стандартизацию. Как отмечалось в главе 5, высокая вариация выполнения задач ведет к появлению очередей и увеличивает время выполнения заказа. Неспособность планировать и прогнозировать усугубляет эти проблемы.

## **Развитие людей в Toyota**

Вероятно, читатель успел понять, что создание системы бережливой разработки продукции требует не только освоения новых инструментов и стремления сделать свою организацию бережливой, но и изменения философии, которая определяет подход к делу. Об этом свидетельствуют методы отбора и развития персонала в Toyota, которая жестко регламентирует подготовку инженеров-разработчиков и инженеров по организации производства. Хорошо структурированная методика такой подготовки включает обучение на рабочем месте и освоение полезных знаний и навыков под руководством наставника. Toyota уделяет огромное внимание воспитанию и обучению талантливых инженеров. Развитию людей здесь придается не меньшее значение, чем разработке продукции. Менеджеры Toyota проходят соответствующую подготовку, чтобы обучать новичков, и относятся к любому проекту по разработке продукции как к возможности повысить квалификацию своих подчиненных. Развитие людей — важнейшая обязанность менеджера. Любой руководитель понимает, что эффективность работы его команды напрямую зависит от его способностей и личных качеств.

## **Наем в Toyota**

В Японии работать в Toyota очень престижно, и всем известно, что компания оценивает претендентов достаточно строго (так было далеко не всегда, и на первых порах Toyota было нелегко заполучить талантливого сотрудника). Наибольшие шансы получить место в Toyota имеют выпускники лучших университетов Японии: Токийского и Киотского. Наем осуществляется централизованно, при этом инженеров обычно принимают на работу большими группами, что позволяет каждый год формировать нечто вроде группы первокурсников в университете. Приблизительный состав группы таков: обычно из 300 новых сотрудников с различными инженерными специальностями два

человека имеют степень доктора философии (Ph. D.), 198 человек — диплом бакалавра и 100 человек — диплом магистра. На момент найма молодые инженеры не знают, где именно им предстоит работать. Хотя в Toyota учитывается их специализация по диплому, окончательное распределение в функциональные подразделения осуществляется по завершении периода первичной подготовки.

При найме новых инженеров Toyota отбирает лучших выпускников, которые имели самые высокие оценки, но академическая успеваемость — не единственный критерий. С каждым претендентом проводится ряд серьезных собеседований, цель которых — получить исчерпывающее представление о личных качествах потенциального сотрудника и понять, сможет ли он вписаться в культуру Toyota. Каждая кандидатура тщательно взвешивается, при этом учитывается мнение как университетских преподавателей, поддерживающих связь с Toyota, так и инженеров, работающих в компании. Недавним выпускникам, принятым на работу в Toyota, поручают посещать мероприятия по отбору и найму персонала в университетах, чтобы разузнать о претендентах как можно больше. Ниже перечислены важнейшие качества, которыми должен обладать будущий инженер:

- любовь к автомобилям и технике;
- профессиональная одаренность;
- способность к творческому решению проблем (нестандартное мышление);
- умение работать в команде (немаваси, сотрудничество, обмен информацией);
- способность быстро и всесторонне оценивать ситуацию (понимать, чего ожидать, какие вопросы задавать, что следует выяснить);
- умение лаконично выражать мысли;
- дисциплина соблюдения графика работы;
- целеустремленность;
- преданность делу и компании (например, готовность работать столько, сколько нужно, чтобы довести дело до конца).

## **Обучение и развитие в Toyota**

Траектория повышения инженера в Toyota похожа на «перевернутую T». Поначалу в течение непродолжительного периода инженеры получают широкую подготовку, а затем долгое время нарабатывают опыт в узкой сфере. Обычно общая подготовка группы новичков занимает около месяца. За это

время начинающие инженеры получают представление о качестве и знакомятся с историей и традициями Toyota. После этого новички три-четыре месяца осваивают сборочные операции на заводе-изготовителе. Следующие два-три месяца они работают у дилера, где им нередко поручают заниматься продажами, обходя потенциальных клиентов. Такой процесс подготовки дает инженерам возможность увидеть процесс создания автомобиля в целом и взглянуть на продукцию Toyota глазами потребителя.

Благодаря единому порядку обучения молодых сотрудников у них появляется ощущение общности, которое способствует усвоению культуры и воспитанию преданности делу, сохраняющееся на протяжении всего трудового пути. Теперь они хорошо понимают — каждый из них работает на Toyota, а не на отдельное функциональное подразделение. На протяжении начального периода Toyota регулярно оценивает молодых инженеров, чтобы подобрать каждому оптимальное место работы.

### **Обучение и развитие в отделе разработки кузова**

Когда молодой инженер приходит в группу разработки кузова, руководство отдела подбирает для него наставника (одного из старших инженеров). Кроме того, ему поручают выполнить так называемый проект новичка. Обычно это небольшое, но сложное задание (например, сократить количество отверстий для скоб крепления электропроводки на конкретной детали). Выполнение такого проекта заставляет начинающего инженера применять базовые инструменты проектирования и налаживать контакты с теми, кто может помочь в выполнении данной работы. Таким образом, инженер на собственном опыте осваивает подход Toyota к проектно-конструкторской работе. Наставники молодых специалистов подчеркивают, что инженер никогда не должен приносить боссу готовый ответ. Куда важнее проанализировать последствия альтернативных решений и представить результаты такого анализа в виде таблицы или в формате отчета А3, которые свидетельствуют о том, что ситуация изучена в полном объеме. Проект новичка продолжает процесс социализации, способствуя дальнейшему усвоению дао Toyota. Для молодого сотрудника все в новинку, и выполнение такого сложного задания, как проект новичка, позволяет ему приобрести новый опыт, который резко отличается от обучения в университете, и накладывается на знания и впечатления, полученные в первый год общего ознакомления с Toyota. Для многих этот опыт оказывается весьма волнующим, — он производит столь сильное впечатление, что нередко представители высшего руководства весьма живо и подробно описывают собственный проект новичка, выполненный много лет назад.

После того как молодой инженер выполнил проект новичка — обычно на эту работу уходит от четырех до девяти месяцев, — его направляют на освоение конкретной специальности в отделе разработки кузова. Инженер знает, что ему предстоит двухэтапный период интенсивного обучения на рабочем месте (коротко описанный в главе 6). Инженерам, которые прошли такое обучение успешно, присваивается первая категория. Первый этап продолжается около двух лет. За это время молодой специалист под руководством старшего инженера учится выполнять проектно-конструкторские работы с помощью САПР (уметь работать с САПР должен каждый инженер). По завершении первого этапа инженер, занимающийся разработкой кузова еще несколько лет (от трех до шести), продолжает осваивать специальность, разрабатывая другие детали кузова. Лишь после этого он получает формальное признание руководства как ведущий инженер, готовый к самостоятельной работе.

На протяжении всего периода обучения, который продолжается около восьми лет, менеджер оказывает инженеру наставническую помощь. Три-четыре раза в год он беседует со своим подопечным. Такие собеседования не просто позволяют сравнить эффективность работы данного инженера и его товарищей на основе субъективных критериев. Менеджер сопоставляет достижения своего подчиненного с комплексом стандартных технических навыков и оценивает соблюдение стандартных методик. Кроме того, он учитывает мнение самых разных людей, с которыми работает начинающий инженер. Опираясь на эти критерии, менеджер определяет направления совершенствования и разрабатывает план действий, выполнение которого оценивается на очередном собеседовании. Кроме того, Toyota использует метод, который называется хосин канри — развертывание политики (речь о нем пойдет в главе 15), поэтому перед каждым инженером ставятся конкретные цели, а их достижение служит мерилем его успеха. Проработав в компании 10–12 лет, инженер получает право на повышение и может стать руководителем низового звена.

### **Обучение и развитие в отделе организации производства**

Как и в отделе разработки кузова, обучение новых сотрудников отдела организации производства начинается с единого вводного курса и годичной базовой подготовки. В течение второго года работы начинающий инженер по организации производства тоже работает под руководством наставника и выполняет проект новичка. Темой такого проекта в отделе организации производства может быть совершенствование технологической оснастки для конкретной детали (например, сокращение количества опорных штырей с



насечкой). В группе разработки штампов (входит в состав отдела организации производства) карьерный путь начинающего инженера обычно имеет следующий вид:

- проекта новичка — четыре–шесть месяцев;
- проектирование штампов — три-четыре года;
- станочная обработка и проектирование фиксаторов — два-три года;
- сборка и отладка на участке инструментов и штампов — два-три года.

В отличие от других компаний (включая NAC) в Toyota нет профсоюзов, которые диктуют, что и кому можно делать, и никто не запрещает инженерам Toyota участвовать в сборке и отладке штампов на участке инструментов и штампов. Кроме того, доводя свою работу до конца, инженеры проводят много времени в штамповочных цехах. В отделе организации производства с молодыми инженерами три раза в год проводится собеседование, а эффективность их работы оценивается с помощью таблицы знаний и навыков.

По завершении периода развития или ученичества (около восьми лет) инженера из группы разработки штампов могут перевести в отдел координации параллельных разработок, в штамповочный цех или в одну из функциональных групп, которые занимаются штампами, например в группу проектирования штампов. Решение о распределении инженеров принимают руководители, при этом сами инженеры могут высказывать свои предпочтения. Отработав еще несколько лет по избранной специальности, инженер получает право на повышение и может стать руководителем низового звена.

Многим компаниям, которые подумывают об освоении бережливой разработки продукции, такие крупные инвестиции в наемных работников могут показаться нереальными. В особенности это касается западных компаний с высокой текучестью инженерных кадров. Эти компании не понимают, что такой процесс подготовки персонала позволяет воспитать знающих инженеров, одновременно способствуя формированию живой бережливой культуры. Запустить этот процесс вам поможет следующее.

1. *Стандартизация.* Если в обучении начинающих инженеров и оценке эффективности их работы все подразделения опираются на стандартные требования к комплексу знаний и навыков, это стимулирует освоение навыков и их совершенствование. Не равняйтесь на компании, которые обращаются к стандартам от случая к случаю, проверяя

знания своих сотрудников с помощью компьютерного тестирования. Применяйте стандартизированные критерии изо дня в день, оценивая компетентность ваших сотрудников. Не забывайте, что стандартизация помогает снизить вариабельность в системе разработки продукции и что *стандартизация обеспечивает гибкость*.

2. *Обучающаяся организация*. Быть лидером бережливой организации — значит быть учителем. Первейшая обязанность менеджера в обучающейся организации — быть наставником для инженеров, осваивающих специальность. Кроме того, такое наставничество позволяет взрастить целое поколение новых менеджеров.

Структурированный процесс развития персонала в Toyota включает множество механизмов обучения и развития отдельных сотрудников и организации в целом. Toyota много раз демонстрировала стремление к приобретению новых знаний и выстроила сам процесс разработки продукции таким образом, что он обеспечивает максимум возможностей для обучения. В главе 11 мы подробно поговорим о том, как Toyota встраивает в этот процесс обучение и непрерывное совершенствование, создавая систему бережливого обучения. Эти механизмы способствуют неуклонному повышению профессиональной квалификации каждого инженера.

## Генти генбуцу в процессе разработки

Выражение генти генбуцу буквально переводится «реальное участие, реальное место», однако в Toyota оно означает пойти и увидеть ситуацию своими глазами, чтобы оценить истинное положение дел. Это один из четырех основных принципов положения о дао Toyota. На этот принцип в Toyota опирается любая деятельность (Liker, 2004). Такой подход к разработкам чрезвычайно важен для системы бережливой разработки продукции и для воспитания начинающих инженеров. Как заметил Кийтиро Тоёда, основатель Toyota Motor Company: «Никто не будет доверять инженеру, которому нет нужды мыть руки перед тем, как сесть за стол».

В наши дни, когда в проектировании все шире применяются высокие технологии, инженеру трудно устоять перед соблазном ограничить зону своего перемещения конференц-залом и рабочим столом. В эпоху все более активного привлечения ресурсов из-за рубежа и «виртуального проектирования» инженеры порой даже не приближаются к продукту, над которым работают. Однако, как сказал знаменитый Келли Джонсон, глава легендарного подразделения Skunk Works компании Lockheed: «Инженер всегда должен быть рядом с материальным продуктом» (Rich & Janos, 1994).

Эти слова пронизаны духом генти генбуцу. Пример такой философии дают инженеры, которые начинают свой трудовой путь в агентстве по продаже автомобилей, занимаются демонтажем продукции конкурентов и своими руками собирают опытные образцы. Применяя данный принцип, группа главного инженера встречается с потребителями, совершает пробные поездки на автомобилях и оценивает качество собственной продукции и продукции конкурентов. Суть генти генбуцу в том, что нельзя разработать качественный продукт, если инженеры не связаны с ним интеллектуальными, физическими и эмоциональными узами. Далее кратко описаны некоторые аспекты применения принципа генти генбуцу при разработке продукции в Toyota.

### **Демонтаж продукции конкурентов**

С помощью демонтажа автомобилей конкурентов Toyota выявляет лучшее в современном автомобилестроении — при этом ее интересует как автомобиль в целом, так и отдельные компоненты. Разбирая автомобили конкурентов, инженеры проводят сравнительный анализ качества, эксплуатационных характеристик и технологичности деталей. Детали, снабженные необходимыми пометками, помещаются на стенд вместе с аналогичными деталями моделей Toyota, чтобы все участники процесса (включая поставщиков) могли ознакомиться с результатами сравнительного анализа. Кроме того, все функциональные группы, участвующие в процессе, получают итоговый аналитический отчет для оценки и комментариев. Теперь такие отчеты составляются с использованием технологии V-Comm, и представляют собой виртуальный аналог отчета АЗ, который включает оцифрованные изображения, описание проблем, перечень контрмер и геометрические параметры выпускаемой продукции.

### **Сборка опытного образца**

На этапе создания опытного образца инженеры, занимающиеся разработкой кузова, применяют принцип генти генбуцу, лично участвуя в виртуальной и реальной сборке опытного образца. Они посещают цеха, где изготавливаются детали, участвуют в ежедневных совещаниях на сборочном участке и нередко собственноручно занимаются подгонкой и сборкой деталей, добиваясь, чтобы результат соответствовал изначальному замыслу. Во время создания опытного образца инженер-разработчик проходит период интенсивного обучения, и непосредственное участие в этом процессе дает ему очень многое. Разработчики кузова работают в тесном контак-

те не только с инженерами по параллельному проектированию, но и со специалистами по опытным образцам и обеспечению качества, а также с лидерами команд сборочного участка. На этом этапе, который отличается интенсивным взаимодействием между подразделениями, в конструкцию вносятся много изменений.

Если необходимость таких изменений очевидна на этапе создания опытного образца, они часто вносятся сразу после выявления проблемы. Нередко это происходит на сборочном участке или в цехе, где изготавливаются детали. Основанием для внесения изменений служат эскизы или чертежи с пометками и подписью инженера. Если изменения невозможно внести немедленно, разработчики кузова должны представить недостающие данные в течение 48 часов. Оперативное обновление базы данных по конкретному виду продукции позволяет процессу идти без остановки. Такая система оперативного внесения изменений требует опытных, знающих инженеров, которые в полной мере осознают последствия принимаемых решений. Принимать быстрые, но качественные решения им помогают контрольные листки и матрицы решений. Этот процесс позволяет инженерам работать в тесном контакте с изготовителями деталей опытного образца и его сборщиками, находясь рядом с материальным продуктом.

### **Ежедневные совещания на сборочном участке**

Еще одним средством обучения и решения проблем, которое используется в Toyota на этапе создания опытного образца, служат ежедневные совещания на сборочном участке, на которых подводятся итоги работы за день. На них присутствует главный инженер (или кто-то из его группы), разработчики кузова, специалисты, которые занимаются созданием опытного образца, инженеры по организации производства, лидеры производственных бригад и поставщики. Участники откровенно обсуждают проблемы, с которыми столкнулись в течение дня в процессе контроля и сборки поступающих деталей. Совещания проводятся прямо на сборочном участке, где можно своими глазами увидеть, в чем состоит проблема качества, затрат, производительности или эргономичности, оперативно разработать контрмеры и распределить соответствующие поручения. Действия разработчиков кузова тоже опираются на принцип генти генбуцу. Они работают плечом к плечу с лидерами производственных бригад и сборщиками опытного образца, вместе с ними ползая на четвереньках вокруг опытного образца автомобиля, подгоняя панели и анализируя результаты своей работы в контексте комплексной оценки кузова как системы.

## **Система бережливой разработки продукции должна обеспечивать развитие людей**

Узнав, сколь обширны знания и опыт инженеров Toyota и как много лет Toyota тратит на их отбор, подготовку и развитие, компании, которые намереваются взять на вооружение систему бережливой разработки продукции, приходят в отчаяние. Переход к новой системе требует изменить философию процесса разработки продукции, а это чрезвычайно сложно. Кроме того, внедрение бережливой системы может занять куда больше времени, чем готово потратить большинство компаний. Но краеугольным камнем системы бережливой разработки продукции является именно ее философия, на которую опираются многие принципы LPDS, описанные в этой книге. Ниже перечислены факторы, которые делают подход Toyota уникальным в историческом и культурном плане. Кроме того, данный перечень иллюстрирует тесную взаимосвязь принципов бережливой разработки продукции.

- Культура Toyota формировалась в 1930-е годы на основе менталитета небольшой компании, где инженерам приходилось выполнять почти всю работу своими руками.
- Это привело к появлению таких принципов, вошедших в культуру, как генти генбуцу, подход Toyota к решению проблем.
- Данный образ действий укреплял веру Toyota в обучение на собственном опыте.
- Совершенствуя этот подход, Toyota придавала огромное значение подготовке инженеров, досконально знающих свой участок работы.
- Такая ценностная ориентация в свою очередь способствовала разработке стабильных, стандартизированных процессов, что позволяло инженерам Toyota создавать подробные контрольные листки, которые отражают непрерывный процесс обучения.
- Благодаря преемственной связи минувших поколений инженеров Toyota (в первую очередь речь идет о твердой приверженности культуре Toyota), у лидеров, которые оказывали наставническую помощь новичкам, сформировался единый комплекс ожиданий, ценностей и убеждений. Осваивая специальность, любой инженер изучает дао Toyota, кто бы ни был его учителем.
- Это упрочило культуру обучения в Toyota, где поиски нового и экспериментирование стали повседневной практикой, а ошибки не влекут взысканий.
- Такие установки благоприятствуют духу новаторства и заставляют инженера постоянно решать сложные проблемы, начиная с проекта новичка.

Разумеется, ни одной компании не под силу воспроизвести подход Toyota или ее культуру, но любая компания может, освоив бережливое мышление, взяться за повышение уровня технических знаний и навыков всех инженеров. Главное для этого — понять, что система опирается на людей, и чем больше в компании мастеров своего дела, тем эффективнее работает система. Мало отобрать или «купить» людей, нужно заниматься их *развитием*. (В главе 17 мы вернемся к проблемам формирования культуры и повышения квалификации специалистов, — и то и другое необходимо для создания системы бережливой разработки продукции.) Следующий принцип LPDS требует, чтобы тот же самый подход применялся и за пределами компании, которая должна обучать и развивать поставщиков так же, как она обучает и развивает внутренние производственные и инженерно-технические ресурсы.

### **Резюме принципа 7**

#### ***Повышать уровень технических знаний и навыков всех инженеров***

Люди отдают бережливой системе свою энергию и свой ум, а разработка продукции — это предприятие, успех которого во многом определяется талантом и профессионализмом его участников. LPDS требует не жалеть времени и сил на повышение уровня технических знаний и навыков всех инженеров. Начните с жесткой регламентации процесса отбора, а затем создайте систему наставничества, которая предусматривает регулярную оценку эффективности работы с учетом технической компетентности, продемонстрированной на практике. В итоге снизится вариация выполнения задач, возрастет эффективность управления поставщиками и взаимное доверие между специалистами, что даст вам возможность добиться высоких темпов бережливой разработки продукции. Культура Toyota порождает меритократию, здесь ценят профессиональное мастерство. Эта культура поддерживает высокий профессионализм за счет наставничества, продуманной стратегии назначения заданий и беспристрастной оценки эффективности работы специалистов. Любой, кто хочет создать LPDS, должен быть готов вложить значительные средства в отбор и развитие людей.

## Сделать поставщиков составной частью системы разработки продукции

Повышение эффективности материнской компании за счет запугивания поставщиков, безусловно, чуждо производственной системе Toyota.

*Тайити Оно*

В конце 1990-х годов две автомобильные компании США пришли к выводу, что их ключевые компетенции — это дизайн, сборка и продажа машин. Они считали, что могут работать над внешним обликом автомобилей, собирать узлы и детали (модули) и продавать готовые машины, а дело поставщиков — состязаться за получение заказов на изготовление комплектующих. Такая стратегия предполагала, что внешние поставщики разрабатывают большую часть автомобиля и изготавливают почти все его комплектующие, а автомобильные компании осуществляют лишь окончательную сборку. На торги выставлялось даже изготовление двигателя. Преимущество получал тот, кто делал более дешевый, но качественный двигатель. При такой модели крупные поставщики брали на себя полную ответственность не только за базовое проектирование и изготовление отдельных деталей, но и за разработку важнейших подсистем автомобиля — сидений, внутренней отделки, тормозной системы, мостов и материалов внешних панелей. Эта стратегия подразумевала, что от поставщиков требуют брать на себя большую ответственность, вносить больший вклад в разработку и участвовать в распределении рисков, «как делается в Японии». Для автомобильных компаний США такая модель имела ряд привлекательных моментов.

- Компании получали возможность в перспективе избавиться от значительной части основных средств за счет свертыwania производства и резко сократить инвестиции в проектно-конструкторскую деятельность, инструменты и оборудование, передав львиную долю работы поставщикам.
- Поставщики, как правило, были рентабельнее автомобилестроительных компаний США, поскольку правила работы на их предприятиях были

более гибкими, а ставки заработной платы — ниже, чем на автомобильных заводах, где правили бал профсоюзы.

- Узкая специализация позволяла поставщикам совершенствоваться, накапливая обширный опыт.
- Ведя переговоры о цене, автомобильные компании США применяли тактику грубого давления и, если поставщик не снижал цену, передавали заказ другой, менее строптивой компании.
- Проведение сетевых обратных аукционов заставляло поставщиков состязаться с конкурентами в режиме реального времени, что давало возможность добиться чрезвычайно низких затрат по мировым стандартам.

Одним словом, для компании это был простейший способ снизить затраты, который в то же время повышал ее маневренность, — отличное качество для вступления в XXI век. Сравнивая себя с японскими фирмами, автомобильные компании США обнаружили, что в США поставщики изготавливают более 50% комплектующих, тогда как в Японии этот показатель превышает 70%. На первый взгляд казалось вполне разумным взять на вооружение модель отношений с поставщиками, применяемую в Toyota. Однако на деле этот план имел ряд недостатков.

## **Деталь — не деталь, а поставщик — не поставщик**

Автомобиль — это сложная система. Большое значение имеет взаимодействие отдельных составляющих — даже шины, глушители и отделение для перчаток должны разрабатываться с учетом особенностей конкретного автомобиля. Вам приходится проектировать штампы и инструменты, заниматься наладкой производственных линий и вовремя изготавливать высококачественную продукцию с заданными техническими характеристиками. Нет ни одной детали и ни одной операции, которые можно считать несущественными.

Покупателя машины мало волнует, кто изготавливает двигатель, радиоприемник, сиденья, коврики и т.д. Он рассчитывает получить надежный продукт высокого качества и считает, что за все недостатки автомобиля отвечает компания-производитель. Понимая это, Toyota заботится о том, чтобы каждая деталь имела качество уровня Toyota. Чтобы добиться такого результата, компания делает каждого поставщика продолжением собственной системы разработки продукции и частью бережливой цепочки поставок. Поручая работу поставщикам, Toyota понимает, что в конечном счете имен-



но она отвечает за конечный продукт и все его подсистемы. Привлечение внешних ресурсов не освобождает Toyota от ответственности.

General Motors, Ford и DaimlerChrysler в разное время добросовестно пытались научиться строить партнерские отношения с поставщиками по образу и подобию Toyota. По большей части эти попытки заканчивались неудачей, поскольку эти компании не могли постичь концепцию подлинно партнерских отношений. Как только условия на рынке ухудшались, эти компании становились куда менее честны с поставщиками и после публичных заявлений о взаимном доверии и партнерских обязательствах заставляли их в одностороннем порядке снижать цены — и это после подписания контракта. Более того, они могли разорвать отношения с поставщиком в период выполнения заказа и передать работу фирме, которая предложила более низкие расценки. Иногда при этом они использовали конструкторские разработки первого поставщика. Рано или поздно такой образ действий оборачивался против непорядочной компании, которая приобретала репутацию ненадежного делового партнера.

В исследованиях поставщиков комплектующих для автомобильной промышленности в США Toyota получает самые высокие оценки. Так, в исследовании консалтинговой фирмы Planning Perspectives (президент Джон Хенке) за 2005 год Toyota занимает первое место по совокупному показателю, учитывающему 17 категорий от доверия до воспринимаемой выгоды, а за ней следуют Honda и Nissan. Chrysler, Ford и GM занимают соответственно четвертое, пятое и шестое места (Sherefkin and Cantwell, 2003). Toyota получила самую высокую оценку, заработав 415 баллов из 500 (на 32% выше, чем в 2002 году), тогда как оценка GM была самой низкой по сравнению с остальными компаниями (114 баллов из 500, на 29% хуже, чем в 2002 году). Исследование агентства J.D. Power & Associates показывает, что Nissan, Toyota и BMW являются компаниями, которые наиболее активно в Северной Америке поощряют инновации поставщиков (Automotive News, Feb. 24, 2003). За поощрение инноваций Honda и Mercedes также получили оценки выше средней, тогда как Chrysler, Ford и General Motors не дотянули до среднего уровня. Высокая оценка, которую дают Toyota поставщики, объясняется вполне понятными причинами:

- Toyota работает с новыми поставщиками и поставщиками, испытывающими трудности, помогая им выйти на должные темпы работы;
- Toyota дает обязательства поставщикам на ранних этапах процесса разработки продукции и сдерживает свои обещания;
- Toyota составляет несложные контракты, которые действуют на протяжении всего жизненного цикла модели автомобиля;

- Toyota лучше прочих автомобильных компаний умеет добиваться оптимального соотношения качества и затрат;
- Toyota соблюдает условия контрактов — не изменяет своему слову ради снижения затрат;
- Toyota обращается с поставщиками корректно и уважает неприкосновенность интеллектуальной собственности;
- Toyota ставит амбициозные цели по снижению цен, но помогает поставщикам добиться целевых показателей.

Это не означает, что работать с Toyota легко. Поставщики, с которыми беседовали авторы, неизменно отзываются о Toyota как о *самом требовательном потребителе*, — она заставляет выполнять работу в срок, внедрять инновации, обеспечивать высокое качество и снижать затраты. Когда Toyota обнаружила, что закупает важнейшие комплектующие по более высоким ценам, чем это делают ее конкуренты, приобретающие аналогичные компоненты в странах с низким уровнем зарплат, она поставила перед основными поставщиками задачу снизить затраты примерно на 30% в рамках программы CCC21. Речь шла о комплектующих для новой модели, работа над которой обычно занимает около трех лет. Вместо того чтобы протестовать и возмущаться, поставщики согласились на новые условия. Почему? Потому что Toyota была готова работать над снижением затрат вместе с ними и даже предложила оказать поставщикам содействие в изменении конструкции с помощью функционально-стоимостного анализа. Toyota всегда откровенно и честно обсуждает с поставщиками их проблемы и делает все возможное, чтобы помочь им, поэтому ее отношения с поставщиками отличаются взаимным доверием к профессионализму, подобное доверию между инженерами Toyota.

Как показывают 13 принципов модели LPDS, Toyota разработала сложную современную систему, которая включает людей, процессы, инструменты и технологии и распространяется на всех партнеров бережливого предприятия. Будучи партнерами Toyota, ее поставщики обязаны применять те же процессы разработки и изготовления продукции, что и сама Toyota. Тех, кто принят в семью Toyota, обучают эффективным партнерским отношениям. Один из результатов этого процесса отбора и обучения — снижение затрат. Toyota в совершенстве владеет искусством снижения затрат внутри компании и требует, чтобы ее поставщики научились тому же. В системе бережливой разработки продукции нельзя грубо давить на поставщиков, требуя снижения цен. Хотя соотношение прибылей и убытков — немаловажный фактор, не он определяет отношения с поставщиками. Основная задача — разрабо-

тать непревзойденные процессы и высококачественную продукцию, и чтобы добиться этой цели, компания должна расширять бережливое предприятие, строя подлинно партнерские отношения с поставщиками.

### **Сила кейрецу**

В 1980-е годы авторы побывали в Японии, чтобы изучить знаменитый феномен кейрецу (группа взаимосвязанных корпораций). Модель кейрецу предполагает сотрудничество большой группы разнотипных компаний, связанных перекрестным владением акций. Автомобильные компании являются акционерами аффилированных поставщиков, которые, по сути, становятся частью компании. При такой структуре поставщики не вправе самостоятельно выбирать заказчиков, а материнская автомобильная компания может доверять им конфиденциальную информацию, которая не разглашается даже внутри компании. В Японии авторы обнаружили, что цепочка поставок при такой модели больше похожа на иерархию взаимосвязанных корпораций, чем на цепочку. Поэтому правильнее определить кейрецу как иерархическую организацию, которая поручает изготовление значительной части комплектующих узкому кругу поставщиков, которые выпускают продукцию большими объемами, находятся на разных уровнях иерархии и имеют с ней долгосрочные контракты (Kamath and Liker, 1994). Между поставщиками существует конкуренция, но обычно каждую деталь изготавливают два-три поставщика, которые на 100% обеспечивают потребности проекта по созданию конкретного автомобиля. Toyota отбирает этих поставщиков на ранних стадиях проекта по разработке продукции, дает им гарантии размещения заказа и делает их частью расширенной проектной команды.

### **Равны ли поставщики между собой?**

Toyota использует многоуровневую систему снабжения, иерархия которой напоминает оргструктуру. Сама компания имеет дело преимущественно с поставщиками первого уровня. Это крупные компании, которые поставляют на заводы Toyota основные сборочные узлы и функциональные блоки. Такие поставщики работают с поставщиками второго уровня, которые обеспечивают комплектующими заводы поставщиков первого уровня\*, и т.д. Это избавляет Toyota от необходимости непосредственно общаться с тысячами

---

\* Из этого правила есть исключения. Так, Toyota непосредственно руководит поставщиками низового уровня, которые поставляют важнейшие сырьевые материалы, в частности сталь, что позволяет ей закупать большие объемы стали по более выгодной цене.

поставщиков, а следовательно, повышает эффективность управления. Чтобы упорядочить управление кейрецу, Toyota разбила японских поставщиков на четыре основных категории применительно к различным проектам по созданию автомобилей. Описание этих категорий дано ниже (см. рис. 10-1) (Kamath and Liker, 1994)\*.

1. *Партнер*. Самый высокий уровень, на котором находятся такие компании, как Denso, Araco и Aisin. Эти компании по своим размерам сопоставимы с Toyota и технически самостоятельны. Им предоставлено право разрабатывать собственные подсистемы и компоненты, создавать опытные образцы и проводить испытания. Они участвуют в разработке концепции совместно с Toyota и нередко выполняют эскизные чертежи до того, как Toyota составит контракт или официально определит технические требования к подсистеме. Инженеры компании-партнера нередко работают в конструкторских бюро Toyota бок о бок с ее инженерами по два-три года подряд. Это позволяет Toyota привлекать к разработкам дополнительный персонал, не расширяя собственный штат. Такие «инженеры по приглашению» занимаются разработками и решают различные проблемы совместно с инженерами Toyota. Хотя разработка рабочей документации выполняется на территории поставщика, инженеры по приглашению играют важную роль посредников. Кроме того, направляя своих специалистов в Toyota, поставщики дают им возможность изучить систему разработки продукции Toyota. Статус полноправных партнеров имеют немногие поставщики Toyota, но даже они должны его постоянно подтверждать.
2. *Опытный поставщик*. Большинство поставщиков первого уровня немногим уступают партнерам. Они тоже готовы к выполнению разработок и имеют мощную производственную базу, но при этом менее самостоятельны и больше зависят от руководящих указаний Toyota. Они изготавливают менее сложную продукцию, чем партнеры, и делают это в соответствии с техническими требованиями Toyota. Следует отметить, что Toyota формулирует технические требования иначе, чем автомобильные компании США. В США привыкли определять технические требования подробно и жестко, тогда как Toyota предоставляет поставщикам большую свободу, рассматривая технические требования как целевые показатели (Ward et al., 1995). Выдавая поставщикам достаточно неопределенные технические требования, Toyota часто использует японское слово «гурай», которое в переводе означает

---

\* Первым эти категории подробно описал Дорвард Собек (Университет штата Монтана), подводя итоги исследовательской работы в Японии.

«приблизительно». Одна из проблем, с которыми столкнулась Toyota, поручая выполнение разработок поставщикам США, состояла в том, что последние не умели работать без точных инструкций, включая подробные спецификации с указанием допусков. Хуже того, если Toyota не оговаривала какие-то требования особо, они не выполнялись. Это был удручающий опыт, в особенности для инженеров Toyota из Японии, поскольку они привыкли работать с японскими поставщиками, которые нередко предугадывают потребности заказчика. Опытные поставщики не ждут просьб заказчика. Они проявляют инициативу и вносят собственные предложения. *Toyota хочет, чтобы поставщики умели думать самостоятельно, критически оценивать предъявляемые требования и в процессе работы вносить предложения, добавляющие ценность.*

3. *Поставщик-консультант.* Эти поставщики изготавливают массовые изделия, такие как аккумуляторы и шины, однако Toyota стремится максимально использовать их знания и опыт, требуя вносить предложения, касающиеся создаваемой продукции. Поставщики-консультанты дают рекомендации по использованию собственных инноваций, к примеру автопокрышек с новыми характеристиками, и тем самым отчасти формируют технические требования. Обычно они выпускают несложные изделия и редко участвуют в совместных разработках, за исключением сотрудничества в период испытания опытных образцов и запуска продукции в производство.
4. *Поставщик-контрактник.* Toyota закупает гайки, болты, подшипники и свечи зажигания у поставщиков, с которыми не обязательно иметь тесные партнерские отношения. Нередко Toyota просто выбирает готовые изделия по каталогу поставщика или разрабатывает конструкцию нужной детали самостоятельно, а затем находит поставщика для ее изготовления. Поставщики первого уровня поддерживают связи с целой армией поставщиков массовых изделий, но даже работая с поставщиками-контрактниками, Toyota строго следит за качеством, затратами и дисциплиной поставок. Toyota ищет таких поставщиков-контрактников, которые готовы поставлять нужное количество высококачественных деталей в контейнерах требуемого размера по принципу точно вовремя. Кроме того, обычно такие поставщики тоже должны упорно работать над снижением затрат.

Обучая поставщиков всех уровней TPS, Toyota весьма осмотрительно подходит к их отбору и принимает взвешенные решения о расширении круга партнеров, которые становятся частью единого предприятия.

	Контрактник	Консультант	Опытный	Партнер
Ответственность за разработку	Заказчик	Совместные разработки	Поставщик	Поставщик
Сложность продукта	Простые детали	Простая сборка	Сложная сборка	Готовые подсистемы
Технические требования заказчика	Исчерпывающее описание конструкции или каталог поставщика	Подробное техническое описание	Важнейшие технические характеристики	Концепция
Влияние поставщика на технические требования	Отсутствует	Текущие возможности	Переговоры	Сотрудничество
Этап привлечения к работе	Создание опытного образца	После разработки концепции	Концепция	До разработки концепции
Ответственность за проведение испытаний компонентов	Заказчик	При участии поставщика	Совместная	Поставщик
Готовность поставщика к выполнению разработок	Низкая	Удовлетворительная	Высокая	Может выполнять разработки самостоятельно

**Рис. 10-1.** Классификация поставщиков и их вовлечение в разработку продукции

## **Отбор и развитие поставщиков до уровня партнера в Toyota: пример поставщика автопокрышек из США**

Основные партнеры Toyota по кейрецу в Японии являются частью расширенного предприятия десятки лет, и новому поставщику непросто внедриться в сложившуюся систему снабжения, если он не владеет патентованной технологией, которая представляет интерес для Toyota. Однако при развертывании производства за пределами Японии дело обстоит иначе: Toyota стремится расширять местную систему поставок.

Об этом свидетельствует опыт поставщиков шин для автомобилей, производимых в Северной Америке. Эти компании выполняют самостоятельные разработки и сотрудничают с Техническим центром Toyota в Анн-Арбор, штат Мичиган. Казалось бы, шина — довольно простое изделие, и можно легко найти поставщика, ознакомившись с прейскурантами разных компаний. В Toyota считают иначе. Шина — это сложный компонент ходовой части, от нее зависит уровень шума, комфортность, управляемость, безопасность и даже экономия топлива. Когда главный инженер определяет требования к эксплуатационным качествам автомобиля, в частности удобству управления и комфортности при движении, инженеры, которые занимаются ходовой частью, уделяют первоочередное внимание подвеске и шинам. От качества шин и тормозов зависит тормозной путь. Если при повышении удобства управления и комфортности поездки шины не выдерживают частых остановок, инженерам приходится компенсировать этот недостаток, внося изменения в тормозную систему. Toyota подбирает шины с учетом особенностей конкретного автомобиля, точно определяя требуемые характеристики шин и оценивая их соответствие этим требованиям. Это означает, что поставщик должен решить множество технических проблем, а это длительный процесс, который требует прочных связей с поставщиками.

Даже если речь идет всего об одном компоненте, шине, Toyota предъявляет к поставщикам массу требований. Поскольку в каждом регионе Toyota ведет дела только с двумя-тремя поставщиками, новые поставщики у компании появляются нечасто. Поначалу новому поставщику предлагается выполнить небольшой заказ, и прежде чем он получит следующий, ему придется пройти строгую проверку. Кроме прочего, в ходе этой проверки учитываются инвестиции в процесс разработки, который описан ниже.

1. *Исследования и разработки при создании шин.* Как правило, разработка шины начинается с поставщика, который непрерывно занимается исследованиями. Поставщик должен принимать во внимание внешний

вид продукции, продукцию конкурентов, рыночные требования к эксплуатационным характеристикам, затраты, законодательные требования и сроки поставки продукции на рынок (для автомобильной компании или на рынок запчастей). Поставщик исследует различные резиновые смеси, учитывая множество факторов, вплоть до места произрастания каучуковых деревьев (каучуковые деревья во Вьетнаме отличаются от тех, что растут в Индии). Он разрабатывает профиль шины и обдумывает рисунок протектора (последний влияет на срок службы шины, силу сцепления с мокрой и сухой дорогой, аквапланирование, шум и поведение на поворотах). Брокер шины может включать разное число слоев корда, а нити корда могут изготавливаться из разных материалов и располагаться под разными углами. Все альтернативные варианты конструкции тщательно изучаются. Затем поставщик изучает эксплуатационные характеристики шины с помощью компьютерного моделирования и проводит испытания ее физико-механических свойств (деформации, уровня внутреннего давления и т.д.).

2. *Определение требований к шине.* В Toyota Motor Company стандартные требования к шинам (размеры, коэффициент трения и т.д.) устанавливаются комитетом по шинам, а главный инженер определяет требования к шинам при разработке конкретного автомобиля. Они включают объективные (например, тормозной путь) и субъективные (например, поворачиваемость и удобство управления) требования. Поскольку Toyota взяла на себя обязательство охранять природу, главный инженер учитывает требования эффективности использования топлива. Нередко эти показатели определяются относительно характеристик существующей модели Toyota или автомобиля, выпускаемого одним из ее конкурентов, если данный автомобиль отличается хорошей поворачиваемостью и удобством управления и позволяет водителю хорошо чувствовать дорогу. Инженеры Toyota сравнивают множество разных шин, включая те, что используют конкуренты, чтобы выявить продукцию, которая наилучшим образом отвечает предъявляемым требованиям. Они оценивают и шины, предлагаемые поставщиками, порой изготовленные с применением новой технологии. Специалисты Toyota испытывают эти шины на существующих автомобилях, изучают мнения потребителей, которые собирают дилеры, анализируют данные агентства J.D. Powers, публикации журналов «Consumer Reports» и «Car and Driver» и другие источники. Кроме того, компания принимает во внимание действующие и предполагаемые законодательные требования.



3. *Запрос на разработку технического предложения.* Определив требуемые характеристики шин, Toyota сводит их воедино в запросе на разработку технического предложения, который направляется отобранным поставщикам. Компания предлагает им совместно разработать шины и огласить цены на свою продукцию. Как правило, этот документ содержит не менее четырех страниц, на которых подробно перечислены ранжированные по значимости характеристики шин для конкретного автомобиля (например, четырехдверная Camry 1999, AC, ABC, без прозрачного люка в крыше). Целевые показатели массы, скорости, давления воздуха в шине и коэффициент трения даны в численном выражении. Другие требования субъективны и определены относительно характеристик контрольной шины, которую испытывала Toyota. Для каждого субъективного параметра представлена схема, где отмечено значение показателя контрольной шины (зеленая точка) и целевое значение (красная точка) соответствующей характеристики (например, сцепление с дорогой, снижение шума на выбоинах, поворачиваемость). Кроме того, на схеме указано, кто отвечает за тестирование шины. Toyota проводит испытания шин на опытном образце автомобиля, а изготовитель шин тестирует их на специализированном оборудовании. На схеме отводится место и для примечаний. Toyota сама устанавливает целевую цену, и этот вопрос практически не обсуждается.
4. *Заключение договора на поставку.* Проектно-конструкторские подразделения совместно с отделом снабжения отбирают подходящего поставщика или нескольких поставщиков, всегда предусматривая одного в качестве резерва. Так, если Toyota нужны два поставщика, заявки с предложениями принимаются от трех компаний. Как правило, это поставщики, которые уже проявили себя, работая с Toyota в прошлом. Предполагается, что отобранные поставщики *занимаются разработкой шин совместно с Toyota, финансируя эту работу из собственных средств.*
5. *Экспертиза и испытания опытных образцов шин.* Toyota требует, чтобы к моменту первого тестирования прототипа (этап 1S) поставщик разработал два варианта опытных образцов. Иногда это совершенно новые изделия, но чаще — слегка модифицированный вариант уже выпускаемых шин. (К примеру, поставщик может ограничиться изменением рисунка протектора.) Toyota отвечает на вопросы, тестирует шины на своих испытательных треках и оказывает иное содействие поставщику. При первом представлении прототипа (1S) инженеры тщательно изучают два вида шин, анализируя данные собственного тестирования и цифры, представленные поставщиком. Затем Toyota либо выбирает лучший вариант, либо просит создать шину, сочетающую характерис-

тики предложенных альтернатив, либо предлагает внести дополнительные усовершенствования. Если достижение целевых показателей, определенных главным инженером, вызывает проблемы, разработчики ходовой части консультируются с главным инженером. Тот решает, можно ли считать полученные результаты удовлетворительными, или следует продолжить работу по совершенствованию шин.

На втором этапе (2S) поставщик представляет для оценки опытные образцы одного вида шин. Разработка шин ведется параллельно с разработкой опытных образцов автомобиля, однако эти процессы не всегда идут синхронно. Тем не менее шины, представленные на этапе 2S, должны соответствовать предъявляемым требованиям и быть своевременно подготовлены к окончательному утверждению опытного образца автомобиля, которое предшествует запуску в производство. В начале разработки Toyota использует предыдущую модель автомобиля, а конечный этап разработки осуществляется на базе опытного образца нового автомобиля.

Toyota тестирует шины на испытательном полигоне недалеко от города Финикс, штат Аризона, на автомобилях, изготавливаемых для Северной Америки. На треках полигона воспроизводятся различные дорожные условия, включая точную копию участков автострады I-94 в Детройте и одной из автомагистралей в окрестностях Лос-Анджелеса. В процессе испытаний проверяется сцепление с мокрой и сухой дорогой и льдом. Испытатели изучают поведение автомобиля в экстремальных условиях, например при резких поворотах. Представители Toyota измеряют фактический тормозной путь, и если шина не соответствует предъявляемым требованиям, поставщика просят внести соответствующие изменения.

6. *Окончательный выбор.* По завершении этапа 2S Toyota прекращает работу с поставщиком, который не сумел обеспечить требуемые характеристики. Если все поставщики справились с поставленными задачами успешно, отдел снабжения Toyota делает окончательный выбор, принимая во внимание дополнительные факторы, например кто из поставщиков изготавливает шины для данной модели в настоящее время. Выбрав лучшего поставщика, Toyota продолжает контролировать качество продукции и дисциплину поставок в первые месяцы после запуска автомобиля в производство, чтобы убедиться в соблюдении соответствующих стандартов.

Любой новый поставщик Toyota должен пройти все эти этапы и вложить средства в разработку без каких бы то ни было гарантий их возврата. Как правило, новый поставщик получает крупный заказ

на поставку шин для новой модели не сразу. Скорей всего поначалу Toyota заключит с ним договор на изготовление запасок для мелкосерийной модели. Обычно поставщику удастся получить от Toyota крупный заказ лишь через несколько лет, после участия в ряде проектов и при условии активного ведения разработок. Только тогда начинают окупаться начальные инвестиции. Тем не менее острая конкуренция между компаниями, которые стремятся стать поставщиками Toyota, показывает, что работа с Toyota того стоит.

### **Партнерские отношения с поставщиками: кому это выгодно?**

Пример с автомобильными шинами показывает, как много внимания Toyota уделяет разработке и отбору комплектующих и поставщиков, какие высокие требования предъявляет к своим поставщикам бережливая компания. Как подобная парадигма партнерских отношений соотносится с традиционными моделями отношений между автомобильной компанией и ее поставщиками? Разумеется, бережливый и традиционный подходы имеют общие черты, но именно их различия объясняют, почему бережливое мышление способствует оптимизации проектирования и производства и в конечном счете повышает рентабельность.

### **Поставщики работают в тесном контакте с компанией-заказчиком: взаимовыгодные долгосрочные отношения**

Как правило, поставщики автомобильных компаний США не поддерживают тесного контакта со своими заказчиками на этапе разработки, тогда как бережливая компания считает такие контакты обязательными. Поставщик должен не только научиться выполнять предъявляемые ему требования, но и активно заниматься разработкой альтернативных решений.

Японский термин гоцу-гоцу определяет поведение шины при сильных толчках на крупных ухабах и выбоинах. Водитель и пассажир ощущают такие толчки нижней частью спины. Буру-буру — это реакция шины на толчки послабее, которые отдаются у водителя и пассажиров в зоне живота. Если инженер Toyota говорит: «Здесь многовато гоцу-гоцу», японский поставщик знает, что имеется в виду и как действовать дальше. В Японии это считается само собой разумеющимся. Чтобы эффективно участвовать в разработке продукции для Toyota, американскому поставщику нужно изучить множество подобных терминов. Toyota обучает поставщиков последовательно,

продуманными методами, постепенно знакомя их с нужной терминологией и предъявляемыми требованиями.

Такой подход, предполагающий постепенное развитие, нередко производит на поставщиков удручающее впечатление, которое усугубляется тем, что Toyota требует от них вкладывать средства в разработку продукции и создание производственных линий. Когда Toyota создавала один из автомобилей для Северной Америки, ее новый поставщик в течение двух лет занимался разработкой ребер жесткости. Этот поставщик успешно осуществил разработку и заключил с Toyota договор на поставку комплектующих для данного автомобиля, но впоследствии не сумел добиться продления контракта. Затратив значительные средства на разработку, он почти не получил прибыли. Однако спустя некоторое время этому поставщику удалось выйти на уровень, который соответствовал требованиям Toyota. Поставщик продолжал упорно трудиться, и его усилия были вознаграждены, — у него сложились долгосрочные партнерские отношения с Toyota. В другом случае, Toyota заставила нового поставщика разработать новую систему регулирования энергопотребления. Поставщик разработал материал для литья под давлением, который давал лучшие результаты, чем пенопласт, который использовался раньше. Однако Toyota потратила четыре года на анализ и оценку нового вспененного материала и системы регулирования энергопотребления, прежде чем заключила с этим поставщиком небольшой контракт. Поскольку данный материал никогда не использовался в серийном производстве автомобилей, Toyota решила подождать, пока данный поставщик заключит контракт с другим заказчиком, тем самым подтвердив пригодность нового материала для серийного производства. Лишь после этого она сама подписала контракт с новым поставщиком.

Мало кто из новых поставщиков Toyota в Северной Америке сразу соответствует предъявляемым требованиям, и поначалу обеим сторонам приходится нелегко. К примеру, чтобы обеспечить подгонку панелей кузова, автомобильные компании суммируют допуски штампованных деталей. Для этого нужно, чтобы поставщик предоставил информацию о допусках, которые он может выдержать. Один молодой инженер Toyota получил от поставщика данные по допускам штампованных деталей, однако средние и дисперсия для множества разных размеров были одинаковыми. Toyota потребовала привести в порядок данные по 1000 деталей. Инженер понимал, что полученные данные не могут соответствовать истине, и не сомневался, что поставщик пытается ввести его в заблуждение. Он отправился на завод поставщика и помог усовершенствовать систему сбора данных. Точные данные свидетельствовали о том, что завод не выполняет требования к допускам, и поставщику пришлось проанализировать проблему по методу пяти поче-

му, чтобы найти источник вариации и устранить ее причину. Так инженер Toyota научил поставщика собирать и анализировать точные данные и разрабатывать корректирующие меры для повышения качества изготовления. При традиционных отношениях поставщика и заказчика такое случается нечасто. Автомобильные компании США часто запрашивают у поставщика нужные данные, но редко анализируют их столь же тщательно, как Toyota, а если данные оказываются противоречивыми, поставщика, как правило, наказывают, а не обучают. В системе бережливой разработки продукции вы обучаете поставщиков, которые охотно учатся и совершенствуются, что создает условия для прочных взаимовыгодных партнерских отношений.

### **Цена — это не все**

При традиционном подходе основным критерием выбора поставщика при условии соблюдения стандартов качества становятся расценки. Бережливое мышление предполагает, что поставщик должен не только создать продукт с требуемыми характеристиками и вписаться в целевую цену, но и показать, что он способен быть партнером компании в повседневной работе, вместе с ней рассматривая и решая самые разные проблемы. Как правило, подбирая поставщиков, Toyota учитывает не только цену. Вернемся к примеру с автомобильными шинами, приведенному выше. GM, Ford и DaimlerChrysler во всеуслышание заявили, что намерены активно закупать в Китае, — стране с дешевой рабочей силой. Привлечение китайских поставщиков обычно означает, что компания-заказчик берет спецификации одного из своих поставщиков и проверяет шины потенциального поставщика на соответствие данным характеристикам. После этого она обследует состояние заводов поставщика, и если результаты проверки удовлетворительны, а новый поставщик готов работать по более низким расценкам, он получает заказ. Даррел Штерзингер, генеральный менеджер отдела проектирования ходовой части в Техническом центре Toyota, комментирует это следующим образом:

В Toyota подобное немыслимо. Поступив таким образом, я бы не мог спать спокойно. Если мы по той или иной причине привлечем китайского поставщика, ему придется заниматься разработками наравне с другими поставщиками. Поначалу мы дадим ему небольшой заказ, скажем, изготовить запаски для мелкосерийного автомобиля. Мы будем контролировать эффективность его работы. Если он будет успешно заниматься разработкой продукции и обеспечивать высокое качество, соблюдая дисциплину поставок, мы поручим ему изготовить запаски для модели, которая изготавливается более крупными сериями. И лишь после нескольких лет

успешной работы он может получить солидный заказ, участвуя в создании автомобиля, идущего в массовое производство.

Поставщики осаждают Toyota, обещая ей дешевые альтернативы. Как-то раз одна компания предложила столь выгодную цену, что отдел снабжения дал ей заказ на изготовление задних фар, не получив предварительного одобрения инженеров. Как выяснилось, компания предложила такую цену, поскольку намеревалась изготавливать фары в Мексике, где ставки заработной платы значительно ниже, чем в США. Как только началось производство, с завода стало поступать огромное количество брака. Инженеры Toyota попытались обучить поставщика, но эти попытки не увенчались успехом. Стало понятно, что данный поставщик не в состоянии работать на уровне стандартов Toyota и выполнять ее требования. Toyota расторгла контракт и отстранила поставщика от участия в проекте. Мораль этой истории такова: *если дешевый поставщик не удовлетворяет вашим требованиям, в долгосрочном аспекте он обойдется вам очень дорого.*

### **Упустить заказ**

При традиционных отношениях в тендере на получение контракта участвует множество поставщиков, кто-то побеждает, а кто-то — проигрывает. Хотя остаться без заказа неприятно, но поскольку поставщик не сделал серьезных инвестиций, он ничего не потерял. При бережливом подходе небольшая группа поставщиков состязается между собой на протяжении всего процесса разработки. Хотя каждый из них вкладывает значительные средства в исследования и разработки, одни получают заказ, а другие нет. Однако поставщики, знакомые с бережливым мышлением, рассматривают инвестиции в исследования и разработки как часть совокупных капиталовложений в отношения с заказчиком: лишиться права участвовать в конкретном проекте не означает, что деньги потрачены впустую. На самом деле поставщик, который работает с Toyota, может проиграть не один тендер, прежде чем ему удастся подписать выгодный контракт. Большинство поставщиков становятся партнерами Toyota не сразу. Обычно новый поставщик получает мелкие заказы и проигрывает крупные тендеры, пока Toyota не решит, что ему можно доверить серьезную работу.

### **Развитие отношений**

Как отмечалось выше, поставщику, который не удовлетворил традиционное предприятие при выполнении конкретной работы, редко представляется

второй шанс. Однако бережливые заказчики считают, что отношения с поставщиком могут развиваться. Именно такую позицию занимает Toyota.

Toyota заставляет всех новых поставщиков пройти несколько этапов одного и того же пути. Так, когда Toyota начала сотрудничать с компанией General Tire, речь шла лишь о небольших проектах. В первый раз Toyota предложила General Tire изготовить запасы для мелкосерийного автомобиля Camry с кузовом «универсал». Вторым заказом стали запасные колеса для мини-вэна Sienna. Toyota непрерывно контролировала эффективность работы поставщика и обучала его своим подходам к разработке продукции и производству. General Tire не всегда удавалось соответствовать стандартам Toyota, но Toyota продолжала обучать поставщика, поскольку тот учился с огромным энтузиазмом. Спустя некоторое время General Tire получила заказ на поставку полного комплекта шин для Avalon и Solara — автомобилей, которые тоже выпускаются в относительно небольших объемах. Лишь после этого Toyota решила использовать компанию как поставщика шин для серийно производимых грузовиков и внедорожников. Постепенно General Tire стала для Toyota поставщиком, которого ценят и которому доверяют, но на это *понадобилось десять лет*.

### **Система инженеров по приглашению**

В Toyota постоянно работают сотни инженеров из компаний-поставщиков, которые проводят полный рабочий день в ее конструкторских бюро. Их называют инженерами по приглашению или инженерами-резидентами. Хотя для них предусмотрены отдельные помещения, они ежедневно общаются с инженерами Toyota. Выгода такого подхода очевидна — Toyota бесплатно получает в свое распоряжение инженерно-технический персонал. Но главное не в этом. Основная цель такого подхода — интеграция.

Когда Toyota просит поставщика прислать к ней своих инженеров, это равносильно обязательству поддерживать долгосрочные, взаимовыгодные отношения. Поставщик понимает, что он заслужил право надолго стать составной частью предприятия Toyota. Это ценится очень высоко. Поставщик получает возможность подробно изучить практику разработки продукции в Toyota и получать самую свежую информацию о проектах по созданию новых моделей.

Кроме того, у поставщика есть все основания ожидать, что инженеры, работая в Toyota, повысят свой профессиональный уровень. Это все равно что отправить штатных сотрудников учиться в лучший университет. Они освоят подходы Toyota к проектно-конструкторским работам. Обогащенные этими знаниями, они вернутся назад и смогут усовершенствовать процессы разработки продукции в собственной компании. Поставщики убеждены, что у Toyota есть чему поучиться, и это действительно так.

Обычно инженеры по приглашению работают в Toyota по два-три года. Крупные поставщики вроде Denso направляют в Toyota большие группы своих инженеров, а значит, с годами многие сотрудники Denso пройдут школу работы в Toyota. Инженеры по приглашению, которых присылают основные поставщики, могут полноценно подменять инженеров Toyota, что и служит главной причиной создания системы инженеров по приглашению, позволяющей гибко регулировать производительность.

### **Состав группы поставщиков**

Традиционное предприятие часто опирается на группу поставщиков-фаворитов, однако поскольку основная цель отношений с поставщиками состоит в том, чтобы как можно дешевле заполучить нужные комплектующие, такое предприятие без колебаний расширяет базу снабжения. Если поставщик не удовлетворяет каким-либо требованиям компании, или кто-то другой предлагает более выгодные условия, компания, не задумываясь, меняет одного поставщика на другого. Во многих случаях после этого отношения с первым поставщиком заканчиваются навсегда.

Бережливая модель предполагает стратегическую работу с небольшой группой поставщиков. Цель состоит в том, чтобы загрузить этих поставщиков работой и поддерживать их конкурентоспособность. При этом поставщики должны быть заинтересованы работать в полную силу, а заказчик планирует будущие проекты с учетом их потенциала.

Руководствуясь такими принципами и ориентируясь на долгосрочную перспективу, отдел снабжения Toyota рассчитывает, какой объем заказов сможет выполнять каждый поставщик в будущем. Если поставщик работает эффективно, но не был отобран для участия в конкретном проекте, скорее всего его подключат к реализации другого проекта в ближайшем будущем. Если поставщик работает неважно, не обеспечивает должного качества, целевой цены и уровня разработок или не соблюдает дисциплину поставок, отдел снабжения может сократить объем выполняемых им заказов. Однако такой поставщик все равно имеет возможность наверстать упущенное. Поскольку Toyota всегда готова работать с поставщиками и помогать им совершенствоваться, поставщики упорно трудятся, чтобы соответствовать ее стандартам и требованиям. В конечном счете их усердие вознаграждается участием в очередном проекте.

### **Стратегия аутсорсинга**

Как отмечалось выше, Toyota уверенно поручает сторонним исполнителям изготовление 70% комплектующих, что побуждает другие автомобильные



компании следовать ее примеру. Тем не менее, пытаясь состязаться с Toyota, большинство этих компаний не вполне понимает стратегию, которая позволяет Toyota добиваться успеха: хотя Toyota привлекает аутсорсеров для изготовления и даже для разработки узлов и деталей, она *никогда не отдает на сторону ключевые компетенции и не прекращает контролировать работу поставщиков*.

Подобно любой другой компании, Toyota понимает многочисленные преимущества привлечения аутсорсеров, в том числе возможность при необходимости включать опытных инженеров поставщика в проектные команды для работы над конкретными компонентами. Решая, что можно отдать на сторону, а что следует делать своими силами, Toyota действует весьма осмотрительно. Несмотря на активное привлечение аутсорсеров, Toyota не станет передавать им ключевые компетенции, хотя порой дешевле и удобнее поступить именно так.

### **Совершенствование важнейших технологий**

В последнее время руководители автомобильных компаний то и дело повторяют, что *ключевые компетенции следует сохранять за собой*. Эта установка превратилась в своего рода «пунктик». Однако Toyota интерпретирует эту идею по-своему. Она видит себя не просто предприятием, которое занимается разработкой, сборкой и сбытом автомобилей. Ее ключевые компетенции — это технологии продажи, проектирования и, главное, производства транспортных средств. Привлекая внешние ресурсы, Toyota не отказывается от контроля, она стремится изучить новую технологию вместе с поставщиком и овладеть ею в совершенстве. Возлагая на поставщиков конкретные обязанности, Toyota *никогда не передает им все ключевые компетенции и не делегирует ответственность за важнейшие направления в полном объеме*.

Если новая технология имеет решающее значение для автомобилестроения, Toyota стремится овладеть ею лучше всех в мире. Будучи бережливой организацией, Toyota прекрасно понимает, что освоение любой стратегически значимой технологии поможет ей: 1) эффективно управлять поставщиками (например, правильно оценивать реальные затраты), и 2) продолжать учить-ся как организации, оставаясь на переднем крае современных технологий.

В главе 7 рассказывалось о разработке гибридного автомобиля Prius. Успех этого проекта во многом зависел от технологий, которые Toyota ни разу не применяла в серийном производстве автомобилей. В Toyota никогда не занимались разработкой технологии для создания трех важнейших компонентов будущего автомобиля: 1) гибридного двигателя, 2) мощного аккумулятора и 3) средств автоматизированного управления (речь идет об IGBT, биполярном

транзисторном преобразователе с изолированным затвором, который преобразует постоянный ток аккумулятора в переменный)\*. Поскольку сроки разработки Prius были весьма жесткими, казалось бы, вполне естественно привлечь к сотрудничеству компании, которые владеют этими технологиями в совершенстве. Однако, хотя президент Окуда потребовал ускорить запуск нового автомобиля в производство, высший менеджмент и главный инженер Prius Утиямада настаивали на том, чтобы как можно больше узлов гибридного автомобиля разрабатывались в Toyota.

### **Освоение новых направлений: гибридный двигатель и средства автоматизированного управления**

Члены совета директоров Toyota рассматривали гибридный двигатель, и в особенности применение биполярных транзисторных преобразователей с изолированным затвором (IGBT), как возможность в будущем монополизировать рынок комплектующих для гибридных автомобилей. IGBT — переключатель, который преобразует постоянный ток в трехфазный, именно он позволяет переключаться с традиционного двигателя внутреннего сгорания на электрический и обратно. Специалисты Toyota самостоятельно разработали IGBT, а компания спроектировала и построила новый завод для его изготовления. Процесс разработки был очень непростым, поскольку инженеры Toyota не были специалистами по полупроводникам, а строительство нового завода обошлось компании в 5 миллиардов иен. Однако данные инвестиции оказались весьма рентабельными. Сегодня Toyota заказывает изготовление значительной части этих комплектующих на стороне, но продолжает контролировать поступающие изделия и затраты на их изготовление. Более того, теперь Toyota знает, как производить эти компоненты небольшими партиями с наименьшими затратами и как снизить эти затраты в дальнейшем, что очень важно при производстве мелкосерийных автомобилей.

### **Привлечение аутсорсеров для изготовления аккумуляторных батарей**

Хотя Toyota очень хотела самостоятельно разработать новую технологию создания аккумуляторных батарей, работа над ними вызывала массу проблем. В конце концов Toyota была вынуждена привлечь для изготовления этого компонента компанию Matsushita. Однако, вместо того чтобы просто

---

\* Подробно о разработке этих компонентов в Toyota рассказывается в книге Лайкера «Дао Toyota» (The Toyota Way, Liker, 2004).

переложить ответственность на поставщика, Toyota создала совместное с Matsushita предприятие — Panasonic EV Energy (Itazaki, 1991). У Toyota уже был опыт совместной работы с Matsushita, и все же компаниям с разной культурой было непросто наладить работу совместного предприятия. Особую озабоченность Toyota вызывала дисциплина контроля качества в Matsushita, поскольку в Toyota считали, что требования, предъявляемые к уровню качества нового сложного аккумулятора, несколько выше тех, к которым привыкли в Matsushita. Но Юити Фудзий, инженер Toyota, курировавший создание аккумулятора для Prius, постепенно понял, что стиль Matsushita вполне согласуется со стилем Toyota, и компании сумеют справиться с этой проблемой. Инженеры Toyota работали рука об руку со своим партнером по совместному предприятию, и в итоге поставщик-консультант третьего уровня превратился в опытного поставщика второго уровня.

### **Изменить корпоративные принципы, чтобы сохранить внутренний потенциал**

Даже когда Toyota принимает решение поручить изготовление важного компонента сторонней фирме, она старается не растерять внутренний потенциал. Примером могут служить длительные отношения Toyota с фирмой Denso, которая в свое время была подразделением Toyota. В 1949 году она превратилась в самостоятельную компанию и стала одним из крупнейших поставщиков комплектующих в мире. Denso развивалась вместе с Toyota как ее партнер, и Toyota до сих пор владеет частью Denso в рамках кейрецу (в настоящее время Toyota контролирует эту компанию, имея примерно 20% акций). Компания Denso была избрана Toyota в число поставщиков электрических и электронных комплектующих, несмотря на то, что поддерживала тесные связи с конкурентами Toyota. Toyota старается придерживаться правила — иметь не менее двух поставщиков для каждого компонента, но строя отношения с Denso, которая работала как подразделение Toyota, она часто отступала от этого правила, и Denso была единственным поставщиком целого ряда комплектующих. Иногда такое положение дел приводило к конфликтам, но в целом оно устраивало обе компании.

Когда в 1988 году Toyota открыла в Хиросе электронный завод и стала набирать инженеров-электриков, для многих это стало полной неожиданностью. Изменение курса объяснялось прежде всего тем, что в Toyota поняли: электроника становится все более важной частью автомобиля. Около 30% начинки автомобиля сегодня так или иначе связано с электроникой. Несмотря на то что долгие годы электронные комплектующие для Toyota поставляла Denso, Toyota сумела изменить курс и развернула интенсивную программу

обучения на практике, чтобы вся организация могла овладеть навыками и ценностями, необходимыми для того, чтобы по-настоящему разбираться в электронике (Ahmadjian and Lincoln, 2001). Сегодня около 30% новичков в Toyota — это инженеры-электронщики.

### *Использование кейрецу для сохранения внутреннего потенциала*

Как отмечалось выше, Toyota поддерживает свой внутренний потенциал за счет кейрецу, объединения, в котором основную ответственность за разработку и испытание подсистем несут поставщики первого уровня и опытные поставщики. Toyota полагается на своих поставщиков, поскольку они располагают соответствующей материальной базой, например инструментальной и технологической оснасткой, предназначенной для изготовления определенной модели автомобиля, и богатым опытом проектирования, а воспроизвести такие возможности не просто. Toyota контролирует эти компании, приобретая часть акций и направляя своих представителей в члены совета директоров. Начав работать с поставщиками США, Toyota (подобно компаниям «большой тройки») потребовала, чтобы поставщики первого уровня создали специальные подразделения, предназначенные исключительно для выполнения заказов Toyota. Более того, чтобы не допустить нарушения права собственности, этим поставщикам, которые зачастую одновременно работали с конкурентами Toyota, вменялось в обязанность ввести системы ограничения доступа, чтобы предотвратить утечку конфиденциальной информации.

### *Использование крупных поставщиков в составе кейрецу для производства модулей*

Модульность — одна из тенденций автомобильной промышленности, как и многих других отраслей, ориентированных на потребителя. Автомобиль, подобно другим видам продукции, представляет собой комплекс взаимосвязанных модулей (кабина водителя, боковые фонари, дверные модули и т.д.). Разработку и изготовление отдельных модулей можно поручить внешним поставщикам, которые будут в нужном темпе поставлять их на сборочную линию. Автомобильной компании остается соединить готовые модули, и дело сделано. Однако Toyota, которая стремилась держать все под контролем, не спешила переходить к таким методам. Она предпочитала работать с 13–14 крупными поставщиками в составе кейрецу, а к 2003 году разработала собственную уникальную стратегию модульного исполнения. Данная стратегия обеспечивала компании должный уровень контроля и позволяла сохранить за собой ключевые направления. Крупные поставщики Toyota в Японии обладают широкими возможностями в области техники, технологии и управления проектами и отвечают за проектирование, производство

и сборку модулей. Важно отметить, что эти поставщики остаются частью кейрецу и что Toyota как производитель готовых изделий (ОЕМ) сохраняет за собой достаточное количество важных направлений, чтобы контролировать разработки и производство в данных компаниях. Кроме того, создавая совместные предприятия с этими поставщиками, Toyota становится собственником значительной части новой компании.

На первый взгляд такие отношения с поставщиками идут вразрез с бережливым подходом к разработке продукции. С одной стороны, ведя дела с любой сторонней фирмой, вы должны уважать ее как партнера. Более того, когда поставщик начинает участвовать в работе вашей компании, он становится частью расширенного предприятия. Решающими факторами успеха становятся взаимное доверие и открытый обмен информацией. С другой стороны, важно точно определить ключевые компетенции вашей компании и сделать все, чтобы сохранить их за собой. Кроме того, следует четко представлять и контролировать внутренний потенциал, а для этого порой приходится начинать новое дело или менять устоявшиеся корпоративные принципы, причем и то и другое требует крупного вложения средств. В своем стремлении контролировать поставщиков Toyota может показаться чересчур консервативной. Но именно это помогает компании придерживаться мудрого принципа — *предъявлять к внешним партнерам такие же строгие требования, как к собственным инженерам, и не прекращать контроль, пока вы не сможете всецело доверять своим партнерам*, — тем самым одновременно решая две, казалось бы, несовместимые задачи. Уровень доверия варьируется в зависимости от поставщика. Даже если у Toyota сложились доверительные отношения с поставщиком, она четко разграничивает то, что происходит за пределами компании и внутри нее, и всегда оставляет за собой право самостоятельно заняться разработкой и изготовлением важнейших комплектующих, контролируя ключевые направления работы.

## Обращаться с поставщиками корректно и разумно

Когда одного из американских поставщиков спросили, какую оценку он может дать Toyota как партнеру, он, не задумываясь, ответил, что Toyota — его лучший клиент, и пояснил свой ответ примером. Он сказал, что, когда другие компании размещают заказ слишком рано, а спустя какое-то время понимают, что заказали больше, чем нужно, и уменьшают заказ, потери целиком ложатся на поставщика. Toyota, даже сократив объем заказа, выкупает у поставщика все заказанные детали. Если Toyota берет на себя обязательство, она держит слово. Иными словами, она ведет честную игру.

Поставщик отметил еще один интересный момент. Когда он работает с Chrysler, при запуске в производство нового автомобиля эта компания выпускает руководство по обеспечению качества, не уступающее по объему словарю Webster. Хуже того, в этот документ вносятся бесконечные поправки, а учитывать их — весьма трудоемкое дело. Такой образ действий — не редкость, и это хорошо объясняет, почему многие поставщики считают, что их заказчики, компании «большой тройки», склонны к бюрократии, особенно если речь идет об обеспечении качества, и используют эту бюрократию как средство давления на поставщиков. Противоречивая или неполная информация, предоставленная потребителем, то и дело оборачивается для поставщика ростом затрат или потерей прибыли.

И автомобильные компании США, и Toyota в работе с поставщиками не обходятся без бюрократии — подробных стандартов, процедур аудитов, разного рода правил и предписаний. При этом многие поставщики убеждены, что автомобильные компании США непоследовательны, некомпетентны и нередко оказывают грубое давление на своих партнеров. В то же время Toyota считают партнером, содействующим поставщикам, — она требовательна, но всегда готова к сотрудничеству. Знающие и опытные инженеры Toyota помогают поставщикам решать сложные проблемы и дают простые, четкие указания. Им не нужно прятаться за нагромождениями бессмысленных административных требований или бюрократическим жаргоном. Вот как один американский поставщик комплектующих для отделки салона описывает работу с Toyota:

Когда заходит речь о решении проблем, Toyota, в отличие от American Auto, не проводит по 15 раз подряд всесторонние исследования процесса. Ее представители говорят: «Уберите немного материала отсюда и оттуда, и все будет в порядке — действуйте». В течение 11 лет мне ни разу не приходилось делать для Toyota опытные образцы. Подколенные валики, напольные панели, приборные панели и т.д. так похожи на предшествующие модели, что в опытном образце нет никакой необходимости. Если возникает проблема, они проверяют, в чем дело, и предлагают решение — при этом их интересует качество, а не поиск виноватых (Liker, 2004).

Toyota превратила структурированные «бюрократические» отношения с поставщиками из принуждающих в поощряющие (Adler, 1999) со стабильными процессами и четкими требованиями. В то же время большинство автомобильных компаний США постоянно перестраивают процессы взаимо-

действия с поставщиками. Эти процессы могут варьироваться в зависимости от инженера или подразделения в рамках одного и того же проекта. Деловые отношения должны быть справедливыми, процессы — стабильными, а требования — четкими. Пока этого не произойдет, невозможно выйти на более высокий уровень расширения полномочий и создать обучающееся предприятие (Liker, 2004).

У американских автомобильных компаний, которые отбирают поставщиков бюрократическими методами с помощью тендеров, есть еще один недостаток: такой подход ведет к колоссальным затратам на поддержание «скрытых заводов» и функционирование всей системы. Поиск самых дешевых комплектующих по всему миру означает, что компании приходится управлять огромным количеством существующих поставщиков при постоянном притоке новых. Последние незнакомы с требованиями заказчика и требуют самого пристального внимания, прежде чем войдут в курс дела и приступят к работе. Контроль выполнения сложных заказов, «мировые войны» в процессе тендеров и постоянное включение в процесс новых поставщиков делают привлечение внешних поставщиков чрезвычайно медленным и громоздким процессом, который вынуждает автомобильные компании США создавать гигантские отделы снабжения и мириться с постоянной вариацией результативности работы поставщиков в процессе разработки.

Процесс бережливой разработки продукции требует корректного и разумного обращения с поставщиками. Ведь именно они разрабатывают и изготавливают львиную долю изделия, которое вы стремитесь продать потребителю как продукт мирового класса. Если поставляемые комплектующие никуда не годятся, ваша продукция будет низкого качества. Если поставщик не справляется с порученной работой, отношения с ним нужно прекратить. Однако если он разрабатывает и изготавливает комплектующие на уровне мировых стандартов, следует относиться к нему с уважением. В обзоре консалтинговой фирмы Джона Хенке самым важным критерием оценки автомобильной компании является доверие, и Toyota неизменно получает за него высший балл. Партнерские отношения невозможны без доверия.

Доверяя своим поставщикам, Toyota пользуется взаимностью: каждая компания выигрывает от того, что ее партнер не жалеет сил на укрепление взаимоотношений. Как уже рассказывалось в этой главе, Toyota весьма требовательна к поставщикам. К примеру, в рамках программы CCC21 при разработке новой модели Toyota попросила поставщиков снизить затраты примерно на 30%. Выполнение такой задачи казалось невозможным, ведь валовая прибыль поставщиков и без того была невелика. Однако Toyota никогда не перекладывала все проблемы на плечи поставщиков. Предъявляя к

ним жесткие требования, она помогала им добиться желаемых результатов. В данном случае, если бы Toyota попросила поставщиков снизить затраты на 5%, они могли бы сделать это за счет валовой прибыли. Однако чтобы сократить затраты на 30%, нужно было найти другое решение, и поставщики были вынуждены пересмотреть все аспекты своего бизнеса, от сырья до процесса разработки, чтобы изыскать пути снижения издержек. Вот как комментирует эту ситуацию Даррел Штерзингер, генеральный менеджер отдела технического проектирования ходовой части Технического центра Toyota:

У рядового североамериканского поставщика цифра 30% попросту не укладывается в голове. Но когда я изложил философию Toyota, они поняли, в чем цель. Дело было не в 30%. Речь шла о новом подходе к делу. Мы наблюдали за их работой, объясняли, что нужно делать, и мало-помалу они успокоились. Они думали, что мы будем вести себя как «большая тройка» и что Toyota сошла с ума. Если вы потребуете от поставщика снизить затраты на 30% и при этом не будете ему помогать — это неразумно. Но для нас это целостный образ мышления, который начинается с разработки. Если мы не будем ориентироваться на совместную работу с поставщиком, не будем видеть в нем партнера, а начнем рассуждать о цене, как General Motors, поставщики будут чувствовать себя очень неудобно.

Toyota никогда не угрожает поставщикам и не оказывает на них грубого давления. Недаром она изначально определила производственную систему Toyota как «систему уважения к человеку». Такая философия распространяется на всех партнеров Toyota по бизнесу. Планка для поставщиков ставится очень высоко, и если тем не удастся выйти на уровень стандартов Toyota, это может иметь весьма неприятные последствия. Но упорный труд и стремление совершенствоваться вознаграждаются успехом и признанием, а они приносят не только прибыль, но и гордость и удовлетворение.

Восьмой принцип LPDS — *сделать поставщиков составной частью системы разработки продукции* — означает, что сначала нужно навести порядок у себя дома, а потом оглядеться вокруг, отобрать самые компетентные компании и наладить с ними партнерские отношения, чтобы сообща разрабатывать совместимые процессы и структуры. В конечном счете, вы сможете работать и учиться вместе как единое предприятие, что подводит нас к девятому принципу LPDS: *создать систему обучения и непрерывного совершенствования*.



### ***Резюме принципа 8***

#### ***Сделать поставщиков составной частью системы разработки продукции***

Потребители рассматривают закупаемые комплектующие как часть продукта и хотят, чтобы готовый продукт был безупречен. Их не интересует, кто виноват — вы или ваш поставщик. За продукт отвечает тот, кто его продает. Поэтому поставщики, которые разрабатывают и изготавливают важнейшие компоненты, должны работать на таком же высоком уровне, как и ваше бережливое предприятие. Кроме того, их методы работы должны быть совместимы с вашими. Они должны идеально вписываться в вашу систему разработки и запуска продукции в производство и в производственную систему. Для этого нужно научиться работать вместе, а такое умение приходит с опытом. Вы обязаны четко изложить поставщику свои требования. Toyota привлекает избранных поставщиков к участию в параллельном проектировании на самых ранних этапах разработки концепции. Поставщики вносят важный вклад в параллельное проектирование, понимая, что средства, вложенные в начале процесса, окупятся лишь после того, как начнется производство продукта. Здесь есть чему поучиться.



## Создать систему обучения и непрерывного совершенствования

Умение учиться быстрее конкурентов — возможно  
единственно надежное конкурентное преимущество.

*Анри де Гиус (1988)*

В Toyota обучение и непрерывное совершенствование стали интегральной частью культуры и основой подхода к работе для всех и каждого. Toyota ставит сложные задачи и проводит множество мероприятий, которые позволяют учиться как в режиме реального времени, так и путем анализа проделанной работы. Такие мероприятия — они называются хансей (размышление, самоанализ) — заставляют специалистов заново оценивать и пополнять свои знания. Кроме того, обучение и непрерывное совершенствование — это часть процесса решения проблем и выработки контрмер, т. е. разнообразных альтернативных решений, которые предотвращают повторное возникновение проблемы (Ward et al., 1995). Девятый принцип LPDS говорит о том, что механизмы обучения должны стать интегральной частью процесса разработки продукции, что способность к постоянному обучению — основная отличительная черта бережливой организации и что эффективное обучение и непрерывное совершенствование — самые надежные конкурентные преимущества. Возможно, именно поразительная способность Toyota к обучению и систематическому совершенствованию должна пугать ее конкурентов.

### Что такое знание и организационное обучение

Многие теории пытаются охарактеризовать организационное обучение, передачу знания и управление информацией применительно к разработке продукции. Можно аргументированно доказать, что знания и информация — это инструмент и результат разработки продукции. В литературе, посвященной

знаниям и обучению, встречаются самые разные точки зрения на организационное обучение и требования к успешной обучающейся организации. Так, Сенге (Senge, 1990) полагает, что организационное обучение — это «способность группы людей систематически добиваться результатов, желательных для членов группы». Питер Друкер (Drucker, 1998) считает, что будущее за «предприятием, которое опирается на знания», а Икудзиро Нонака в книге «Компания — создатель знания»\* (The Knowledge Creating Company, 1995) утверждает, что «знание — единственный источник надежного конкурентного преимущества». Некоторые ученые идут еще дальше, заявляя, что цель предприятия — создавать, хранить и применять знания (Kogut & Zander, 1992; Conner and Prahalad, 1996).

Крис Аргирис в статье «Научить умных учиться» (Teaching Smart People How to Learn, 1998) пишет: «Успех компании зависит от способности учиться». Он выделяет единичную и двойную петлю обучения. Единичная петля обучения предполагает выявление и исправление ошибок без изменения основ системы. Ее можно сравнить с термостатом, который регистрирует снижение температуры и включает отопительную систему, не задаваясь вопросом зачем. Двойная петля обучения предусматривает критическую переоценку основ системы, и именно она лежит в основе способности организации к обучению.

Другие исследователи выделяют две категории знания. Первая — это *явное знание*, оно представляет собой информацию, которую легко систематизировать и передавать без существенных потерь содержания. Явное знание включает «факты, аксиоматические высказывания и символы» (Kogut & Zander, 1992). Вторая категория — это *неявное знание* или ноу-хау. Это более сложный вид знания, который плохо поддается систематизации. Передача такого знания требует тесного взаимодействия и длительных отношений (Nelson & Winter, 1982; Kogut & Zander, 1992).

Дэвид Гарвин (Garvin, 2000) заявляет: «В широком смысле знание — это важнейшая часть активов корпорации, которая используется для достижения ее целей». Он разбивает процесс организационного обучения на три этапа: сбор информации, обработка информации, применение. Аргирис (Argyris, 1992) подчеркивает, что проверка эффективности обучения требует действия: «С нашей точки зрения, нельзя говорить об обучении, если кто-то обнаружил очередную проблему или изобрел новый способ ее решения. Обучение имеет место там, где найденное решение воплощается в жизнь». Ему вторят Джеффри Пфеффер и Роберт Саттон. В книге

\* И. Нонака, Х. Такеучи. Компания — создатель знания. — М.: Олимп-Бизнес, 2003. — Прим. пер.

«От знаний к делу»\* (The Knowing-Doing Gap, 2000) они утверждают, что именно использование знаний в практической деятельности организации определяет различие между успешным и неуспешным обучением. Эти авторы считают, что хотя организационному обучению уделяется самое пристальное внимание, добиться желаемого результата удастся нечасто. Их точку зрения разделяет Гарвин: «Концепция обучающейся организации принимается в теории, но настоящие обучающиеся организации встречаются удивительно редко».

### **Передача явного и неявного знания**

Большинство компаний уделяют основное внимание явному знанию, которое, как отмечалось выше, легко систематизируется, не теряет своей полноты при передаче, и обычно хранится в виде фактов, аксиоматических высказываний и символов. К этой же категории относятся исторические данные и математические уравнения и формулы. Иногда его определяют как «know what» («знаю что»). Базы данных явного знания отличаются большим объемом.

В отличие от явного знания неявное знание плохо поддается систематизации и передаче. Распространение таких знаний требует сложных связей между участниками процесса. Между ними должны сложиться устойчивые и глубокие отношения, подобные узам, которые связывали мастера и подмастерье. Традиция таких отношений способствовала передаче секретов ремесла — «know-how» («знаю как»), — от мастера к ученику.

Даер и Нобеока (Dyer and Nobeoka, 1998) считают, что конкурентоспособность компании определяется в первую очередь неявным знанием, несмотря на то что освоить его так же непросто (а скопировать — невозможно), как управлять им и применять его на практике. Поскольку данные проблемы затрудняют организационное обучение, многие компании предпочитают заниматься явным знанием, которое проще накапливать и хранить. Однако такой подход опасен — явное знание легко копировать. Если компании удалось собрать обширную базу явных знаний, для ее конкурента не составит труда сделать то же самое, а это сведет конкурентные преимущества обеих компаний на нет.

Неудачи компаний, пытающихся воспроизвести бережливые системы, объясняются главным образом тем, что эти компании копируют исключительно явное знание инструментов и методик бережливого подхода. Как правило, они пытаются внедрить бережливый подход, не сознавая необхо-

---

\* Джеффри Пфеффер, Роберт Саттон. От знаний к делу: как успешные компании трансформируют знания в действия. — Вильямс, 2007. — *Прим. пер.*

димости овладеть неявным знанием бережливой культуры, которая делает обучение естественным процессом и позволяет организации адаптироваться к изменениям и развиваться. Они не понимают, что *в условиях технически сложного процесса, каким является разработка продукции, источником конкурентного преимущества становится неявное знание*. Эту точку зрения подтверждает одно из авторитетных исследований разработки продукции в автомобилестроении (Hann, 1999). В ходе данного исследования обнаружилось, что знания, связанные с отладкой штампов, в значительной мере носят неявный характер и требуют представлять специфику конкретных деталей. Овладеть этими знаниями очень непросто. Кроме того, автор исследования пришел к выводу, что специализация, строгое соблюдение установленного порядка работы и постоянная, длительная практика позволяют значительно сократить время отладки штампов. В целом полученные данные подтверждают, что эффективное бережливое обучение имеет огромный потенциал.

## **Система обучения разработке продукции в Toyota**

С момента основания Toyota постоянно разрабатывала и совершенствовала методы сбора, распространения и применения неявного знания, создавая систему обучения, применимую в масштабах всего предприятия — от разработки продукции до производства. Чтобы понять эту систему, нужно хотя бы отчасти представлять культуру Toyota, которая придает огромное значение людям. Для Toyota передача неявного знания означает, что люди должны сблизиться настолько, чтобы делиться друг с другом идеями и догадками. Чаще всего это происходит, когда люди общаются один на один. Такая передача знаний требует воспитывать людей в духе единой философии. Эффективная система обучения разработке продукции в Toyota включает несколько методов.

1. *Демонстрации технологии поставщиков.* В начале каждого проекта поставщики демонстрируют технологии, которые могут пригодиться для создания нового автомобиля. Для инженеров Toyota это хорошая возможность познакомиться с новыми разработками (Kamath & Liker, 1994), а самой Toyota такие мероприятия помогают полноценно использовать ресурсы поставщика. Представители поставщика приносят на такие встречи свою продукцию и лично общаются с инженерами Toyota.
2. *Демонтаж продукции конкурентов и ее анализ.* Демонтаж дает возможность лучше узнать конкурентов. Это еще один пример генти

генбуцу и прекрасный способ практического обучения инженеров. Распространяя информацию о результатах демонтажа, можно обучать всех членов команды. (Подробнее об этом см. в главе 15.)

3. *Контрольные листки и матрицы качества.* Toyota использует эти инструменты для систематизации и хранения информации, что обеспечивает единый подход к ее применению в масштабах организации. (Подробнее об этом см. в главе 15.)
4. *Обучение, нацеленное на решение проблем.* Речь идет о составлении отчетов о решении проблем в формате А3, которые помогают людям учиться, занимаясь поиском долгосрочных решений. Решение проблем в Toyota начинается на самых ранних этапах процесса, опирается на достоверные данные и включает компонент обучения (см. главу 14).
5. *База данных по ноу-хау.* База данных по ноу-хау — это собрание стандартов, проектных данных и средств проектирования, таких как виртуальная сборка (см. главу 15). Такие базы данных создаются на основе контрольных листов. За их обслуживание, достоверность информации и внесение необходимых изменений отвечают функциональные подразделения, которые используют их в своей работе.
6. *Хансей-мероприятия.* Хансей по-японски — размышление. Участники этих мероприятий обмениваются опытом разработки продукции, обсуждают недостатки своей работы и вырабатывают контрмеры. (Более подробно о хансей рассказывается далее).
7. *Конференции руководителей проектов.* Руководители проектов встречаются раз в году, чтобы обсудить уроки, которые они извлекли из выполненных проектов, и утвердить новые стандарты. Осмыслить результаты проекта руководителям помогают хансей-мероприятия, которые проводятся по завершении отдельных проектов.
8. *Команды прорыва.* Это межфункциональные группы, которые создаются высшим руководством для осуществления отдельных радикальных преобразований. На решение конкретной задачи команде, которая ни на что больше не отвлекается, дается от шести месяцев до года. С формирования такой команды началось создание первого гибридного автомобиля Prius, в другом случае подобная команда занималась устранением необходимости технических доработок.
9. *Таблицы навыков, осваиваемых на рабочем месте, и карьерная лестница, основанная на обучении.* Таблицы навыков, осваиваемых на рабочем месте, и наставническая помощь молодым сотрудникам приучают инженеров быть лидерами и определяют их карьерный рост. Обучение встроено в повседневную работу, что помогает инженерам ставить вопросы и учиться, применяя научный метод Toyota — выявить, оце-

нить, выработать контрмеры, убедиться в их эффективности, оповестить других (стандартизировать). Цикл обучения под руководством наставника и применения полученных знаний продолжается до тех пор, пока инженер не будет готов сам обучать других. Это ядро системы бережливого обучения.

10. *Инженеры-резиденты.* Инженеры аффилированных компаний и инженеры самой Toyota поочередно получают временные задания и направляются на разные участки работы. Ротация инженерно-технического персонала дает инженерам-резидентам возможность учиться и одновременно является методом стандартизации.

## Обучение на собственном опыте

Если в организации нет механизма или культуры, которые обеспечивают сбор, хранение и повторное использование знаний, такая организация будет вновь и вновь изобретать колесо. В то же время нужно признать, что легче рассуждать про обучение на собственном опыте, чем заниматься им на практике, особенно если речь идет о сложных навыках, которые используются от случая к случаю. Данный процесс требует осознанного размышления, и очень немногие организации способны справиться с ним успешно или хотя бы просто оценить его значение. Гарвин (Garvin, 2000) считает, что есть масса причин, по которым обучение на практике заканчивается неудачей.

1. *Дефицит времени.* Большинство сотрудников любой организации работают в условиях цейтнота. Как только подходит к концу один проект (который далеко не всегда удается выполнить в намеченные сроки), нужно немедленно приниматься за следующий.
2. *Чрезмерная загруженность работой.* Часто люди так поглощены текущей, что упускают из виду важные уроки прошлого (даже если речь идет о недавнем прошлом).
3. *Поиск виноватых.* Нередко мероприятия, посвященные анализу уроков, которые получила организация, заканчиваются поиском козлов отпущения и взаимными обвинениями. В итоге последнее слово остается за властями предержащими, а остальные предпочитают помалкивать.
4. *Сложные проекты.* Сложность проекта мешает пониманию, а это подрывает веру в свои силы.

Гарвин определяет размышление — по-японски *хансей* — как одно из самых действенных средств обучения, которое помогает преодолеть пере-



численные трудности. Он дает ряд рекомендаций, позволяющих повысить результативность мероприятий, связанных с размышлением.

1. *Старайтесь осмыслить событие сразу после того, как оно произошло.* Если не поторопиться, потери информации, поступающей в режиме реального времени, возрастут.
2. *Сосредоточьтесь на аспектах, которые подвластны группе.* Не стоит тратить время, сетуя на промахи своих товарищей или критикуя корпоративные принципы, изменить которые вы не в силах.
3. *Будьте толерантны к критике и готовы к откровенному разговору.* Все должны чувствовать, что они могут свободно высказывать свое мнение, не опасаясь неприятных последствий. Выпады личного характера недопустимы.
4. *Проводите подобные мероприятия регулярно.* Люди должны воспринимать их как часть своей работы.
5. *Непрерывно вносите изменения в стандарты и процессы.* Нельзя ограничиваться разговорами. Конечным результатом любого мероприятия должно быть конкретное, осязаемое усовершенствование, иначе люди будут считать подобные мероприятия бесполезными и перестанут в них участвовать.

## Хансей в Toyota

Хансей имеет глубокие корни в японской культуре. Практика хансей начинается еще в детстве, когда родители предлагают ребенку поразмыслить о своих проступках. Хансей требует определенного смирения и обезличенности, которые помогают искать и выявлять недостатки своей работы или личности. Западным инженерам это дается очень нелегко. Им трудно преодолеть самомнение, которое мешает осмысливать происходящее. Порой хансей вызывает резкое неприятие у представителей западной культуры, которым чужда сосредоточенность на недостатках. В то же время японским инженерам такой подход представляется вполне естественным — зачем обсуждать то, что сделано успешно. Хансей — необходимая и действенная составляющая непрерывного совершенствования. Джордж Ямасина, бывший президент Технического центра Toyota, говорит, что инженер не может заниматься кайдзен, не прибегая к хансей, поскольку проектно-конструкторская работа невозможна без глубокого осмысления процесса. В Toyota любое хансей-мероприятие, или хансей кай (собрание, посвященное размышлениям), призвано содействовать обучению организации на собственном опыте. Существует три типа хансей.

1. *Личные размышления.* При таком типе хансей начальник группы просит инженера проанализировать один из аспектов своей работы и разработать план действий по совершенствованию. Инженер составляет план в письменном виде и анализирует его вместе со своим руководителем. План включает конкретные цели и мероприятия по их достижению. Такая деятельность нацелена на развитие конкретных навыков и способностей.
2. *Размышления в режиме реального времени.* Этот тип хансей осуществляется в группе и приурочен к важным этапам процесса разработки продукции. К ним относятся, например, выпуск итоговой документации или передача инструмента в штамповочный цех. Выполнение проекта по разработке продукции может продолжаться год и более, и за это время можно потерять очень много информации, если не проводить подобные мероприятия регулярно, по возможности сразу по завершении определенного вида работы. Мероприятие хансей может быть посвящено конкретному вопросу, например сборке опытного образца или проблеме несвоевременного поступления деталей для его создания. В зависимости от рассматриваемых вопросов в хансей могут участвовать специалисты одного или нескольких функциональных подразделений. Обычно такие мероприятия носят межфункциональный характер и уделяют первоочередное внимание обратной связи с внутренним потребителем. Хотя форма проведения подобных мероприятий не регламентирована, как правило, они проводятся по единому плану и включают рассмотрение следующих вопросов:
  - а) Каковы были цели и задачи? (Обычно группируются по категориям.)
  - б) Каких результатов мы добились?
  - в) Почему эти результаты таковы? (Анализ данных.)
  - г) Что нужно сделать, чтобы повысить эффективность работы в следующий раз? (План совершенствования, составленный в письменном виде.)

Такие хансей-мероприятия нередко ведут к внесению изменений в стандарты или составлению отчетов формата А3 о решении проблем. Продолжительность этих мероприятий может быть очень разной, чаще всего это два-три собрания по два-четыре часа каждое, которые проводятся в течение двух недель. Значительная часть подготовительной работы проводится заблаговременно. Участники строго придерживаются методики составления отчетов формата А3 и анализа методом «пяти почему».

3. *Размышления постфактум.* На таком мероприятии анализируются полученные уроки: что было правильно, а что нет. Сама презентация носит формальный характер, поскольку большая часть размышлений уже была осуществлена до собрания. На собрании представители каждого функционального подразделения критически оценивают результаты выполнения проекта и обсуждают новые идеи, которые рождаются в процессе осмысления проделанной работы. Руководители проекта просят участников работы высказать свое мнение, после чего обобщают услышанное. Итоговые выводы обсуждаются на собраниях руководителей проектов, которые проводятся несколько раз в году. На этих собраниях — хансей кай — руководители проектов письменно подытоживают результаты работы, а составленные ими документы рассылаются проектным командам. Заметьте, что руководитель проекта и главный инженер выполняют разные функции, не подменяя друг друга. Главный инженер отвечает за продукт. Руководитель проекта имеет не столь высокий уровень и отвечает за процесс.

### **Идзивару — испытания в Toyota**

Испытания и оценка качества по результатам испытаний — еще одна возможность учиться на собственном опыте в процессе разработки продукции. В НАС требуемые технические характеристики детали определяются заранее, а затем конструкция проверяется на соответствие этим характеристикам. Обучение в таких условиях сводится к минимуму, поскольку речь идет о жестком соответствии заранее заданным критериям. Идзивару — это испытание на отказ. Инженеры Toyota тестируют подсистему как в нормальных, так в аномальных условиях, доводя конструкцию до предельного состояния, в котором начинается ее разрушение. Это позволяет оценить пределы физических возможностей подсистемы, изучить созданную конструкцию и используемые материалы и сделать выводы на будущее. Благодаря такой практике инженеры Toyota знают свою продукцию как никто в отрасли. Неожиданности при эксплуатации автомобиля потребителем исключаются.

### **Потенциал проблем**

Несомненно, читатель уже успел понять, что Toyota считает проблемы естественной составляющей процесса разработки продукции. В сущности, разработка продукции может рассматриваться как последовательное выявление технических проблем, подлежащих решению. Поэтому компании,

которые блестяще решают проблемы, добиваются успеха и в разработке продукции. А компании, которые совершенствуют навыки решения проблем, повышают уровень разработок. Toyota рассматривает проблемы как возможность учиться, расти и повышать эффективность работы и поощряет позитивное отношение к их решению. Сильной стороной Toyota как компании, занимающейся разработкой продукции, является умение выявлять и решать проблемы и учиться на собственном опыте. Взяв этот подход на вооружение, любая компания сможет выявлять и решать проблемы заблаговременно, выбирать оптимальные решения и обретать уверенность в своих силах. Это позволит расширить базу знаний, усовершенствовать важнейшие навыки и научиться находить непревзойденные решения, которые обеспечивают стабильное конкурентное преимущество. Иными словами, проблема в процессе бережливой разработки продукции — это возможность не только улучшить продукт, но и расширить потенциал компании.

В НАС к проблемам относятся совершенно иначе. Их рассматривают как неприятную неожиданность, считая, что в нормальных условиях проблем быть не должно. Выявление проблемы неизбежно заканчивается поиском виноватых. Это объясняется тем, что менеджеры и сотрудники компании воспринимают проблемы как показатель низкой эффективности. В результате инженеры стараются скрывать проблемы как можно дольше. Скрытые проблемы подобны развивающемуся абсцессу. Они становятся заметны на более поздних стадиях процесса, когда решить их становится куда труднее. Когда проблема обнаружена, людям приходится бросать текущие дела и тушить пожар, наспех переделывая уже выполненную работу.

Японские начальники проектных групп из Технического центра Toyota в Анн-Арбор рассказали нам любопытную историю про американских инженеров, которые были приняты на работу в ТТС, имея за плечами опыт работы в конкурирующих компаниях. Беседуя со своими подчиненными, боссы из Японии регулярно спрашивали, есть ли у них проблемы. Новички без запинки отвечали: «Нет, все в порядке». Такой ответ, по-японски *мондани*, скоро превратился в местную шутку, а само слово «мондани» было переделано в английское «Monday night!»\*. Хотя поначалу это казалось забавным, со временем выяснилось, что такая манера поведения чревата крупными неприятностями. Первый же этап оценки проекта вскрыл имеющиеся проблемы, и японские руководители поняли, что такое «отсутствие» проблем — само по себе серьезная проблема.

---

\* Вечер (ночь) понедельника — Прим. ред.

## Решение проблем на месте

Этап создания прототипа при разработке продукции — это период интенсивного обучения. Как только чертежи превращаются в узлы и детали прототипа, а инженеры и техники принимаются за их сборку, возникает масса проблем, которые приходится решать на месте. Поскольку проблем всегда много, умение быстро принимать эффективные долгосрочные решения (контрмеры) дает компании огромные преимущества. Чтобы создать и поддерживать процесс бережливой разработки продукции, компании нужно научиться превращать эти проблемы в возможности организационного обучения и непрерывного совершенствования. Это требует немалых затрат времени и ресурсов. Чтобы *не растерять бесценный опыт*, нужно создать механизмы оперативного документирования, проверки и систематизации принятых решений и позаботиться о распространении собранной информации. Toyota применяет для этого множество методов, в том числе стандартизированный подход к решению проблем на протяжении всего процесса разработки продукции, начиная с этапа кенто. Стандартизированный научный метод решения проблем включает следующие этапы:

- выявление первопричины проблемы;
- оценка последствий нескольких альтернативных решений;
- выработка высокоэффективных контрмер, которые позволяют решить проблему и предотвратить ее повторное появление;
- подтверждение эффективности контрмер с помощью последующих хансей-мероприятий;
- оповещение участников программы о результате путем внесения изменений в стандарты и контрольные листки, которые постепенно превращаются в «базу данных по ноу-хау».

Существует масса литературы, посвященной знаменитому циклу Деминга (планируй — делай — проверяй — действуй) и применяемому в Toyota методу выявления первопричин проблемы с помощью пяти почему. Важно помнить, что эти методы применимы не только к производству, но и к разработке продукции. Занимаясь разработкой, чрезвычайно важно решить проблему на ранней стадии, устранив ее первопричину. Не менее полезно извлекать из проблем уроки, которые помогают усовершенствовать организацию. В процессе бережливой разработки продукции принятые решения делаются интегральной частью процесса непрерывного совершенствования, становясь отправной точкой (стандартом) для реализации следующего проекта.

### *Перекрестный контроль*

*Перекрестный контроль* — один из методов, используемый в Toyota для выявления проблем и проверки качества, главным образом начиная с этапа сборки опытного образца. Этот метод дает возможность объективно оценить состояние комплектующих и надежность применяемой системы измерений. При перекрестном контроле несколько групп независимо друг от друга оценивают одни и те же детали/данные. К примеру, поставщик измеряет детали образца своими инструментами, разработчик кузова проверяет те же детали на соответствие своим шаблонам, а техник, который занимается сборкой, оценивает соответствие размерам зажимного приспособления. Если хотя бы один из них выявит отклонение от заданного размера, будет проведено детальное расследование для выявления первопричины отклонений. Во многих случаях нестыковки объясняются погрешностью измерений (установкой детали, ее фиксацией и методом измерения). Если это так, команда принимает контрмеры, которые позволяют избежать подобных ошибок впредь, и после подтверждения эффективности принятого решения вносит соответствующие коррективы в стандарты.

### *Ежедневные совещания по подведению итогов работы за день*

Еще одно действенное средство обучения и решения проблем, которое используется при оценке проекта, виртуальной и фактической сборке опытного образца, изготовлении инструмента и запуске в производство, — это ежедневные совещания в конце рабочего дня. Обычно они проводятся в цехе, где ведется работа. В этих собраниях участвуют все основные исполнители, включая поставщиков. Основное назначение подобных собраний — сбор информации о полученных уроках, четкое распределение поручений и принятие решений в режиме реального времени.

## **Цена невежества**

Многие компании полагают, что не стоит платить сотрудникам за то, что они учатся. Все, что не дает немедленных, измеримых результатов, считается «пустой болтовней», а те, кто считает иначе, слывут мечтателями, которым недостает серьезного подхода к делу. Однако отсутствие основательной технической подготовки порождает философию «чем больше, тем лучше», которая заставляет использовать все более сложные контрольно-измерительные устройства, ведет к бесконечным проверкам, обследованиям и аудитам и увеличивает количество пунктов контроля (поскольку лучше «на всякий случай» проверить еще раз).

Такой подход к разработке продукции обходится очень дорого. Компании, которые действуют таким образом, разворачивают одну программу обеспечения качества за другой (QS 9000, ISO, QOS, система Шайнина, шесть сигм), распыляя финансовые и кадровые ресурсы в ущерб техническому потенциалу организации и профессиональному уровню инженеров. На первый взгляд такие программы говорят о том, что компания делает все, чтобы обеспечить качество продукции, а людям, участвующим в этой работе, кажется, что они чего-то добились. Однако на самом деле им не удастся достичь результатов, которые возможны при разумном, взвешенном подходе к обеспечению качества в процессе разработки продукции, ведь основательная техническая подготовка в этой области требует времени, целеустремленности и упорного труда.

Вместо того чтобы понять, что критично для качества автомобиля, эти компании бросаются в погоню за качеством, не уяснив его глубинной сути. Однако, как говорил Деминг: «Нельзя встроить качество посредством контроля», — что в равной мере относится и к производству, и к разработке продукции. Более того, постоянные проверки формируют культуру страха. В таких условиях здравомыслящие инженеры, обладающие техническим чутьем, часто боятся высказать свое мнение, рискуя прослыть противниками борьбы за качество. «Синдром погони за качеством» — это бездонная воронка, которая неумолимо высасывает все новые и новые ресурсы и в конечном счете может полностью обескровить систему разработки продукции.

### **Ускорить обучение, сократив продолжительность цикла**

Эффективность обучения на собственном опыте повышается при многократном повторении. В особенности это верно, если речь идет о выполнении сложных комплексных задач. В автомобильной промышленности начинающие инженеры приобретают опыт и профессиональные навыки, участвуя в реализации проектов по разработке различных автомобилей. Если проекты выполняются медленно, а инженеров то и дело переводят с одной работы на другую, у них нет возможности хорошо освоить какую-либо специализацию, поскольку знакомство с ней обычно ограничивается одним проектом, который дает одностороннее представление о продукте. В то же время в компании, где проекты по разработке продукции выполняются быстрыми темпами, а людей переводят с одной работы на другую не слишком часто, инженер имеет возможность поучаствовать в разработке разных продуктов и пройти цикл обучения многократно, — а это ощутимо сокращает кривую обучения.

Стоит еще раз подчеркнуть, что Toyota очень серьезно относится к циклу PDCA Шухарта в интерпретации Деминга — планируй, делай, проверяй, действуй. Это принцип реализации любого проекта. Каждый значимый этап реализации проекта по разработке продукции представляет собой цикл PDCA в миниатюре. Проект в целом воспроизводит этот цикл на макроуровне. Чем быстрее осуществляется цикл разработки продукции, тем больше людей могут пройти через этот цикл. Чрезвычайно важно, что цикл PDCA позволяет повышать уровень технических знаний и навыков персонала и способствует непрерывному обучению. Это помогает *сделать обучение и непрерывное совершенствование составной частью системы*, что является самым важным принципом LPDS для компаний, которые только начали создавать систему бережливой разработки продукции. Следующая глава увязывает этот принцип с последним принципом LPDS, относящимся к подсистеме «Люди».

### **Резюме принципа 9**

#### ***Создать систему обучения и непрерывного совершенствования***

Способность учиться и непрерывно совершенствоваться — самое мощное орудие конкурентной борьбы, которым располагает бережливая система разработки продукции. Самое важное знание — это неявное знание или ноу-хау. Накапливать такое знание и управлять им чрезвычайно сложно. Здесь нет простых путей, и только с помощью информационных технологий эти проблемы не решить. Применение и передача неявного знания требуют тесной связи между людьми и значительных затрат времени. Такая передача осуществляется с помощью наставничества, обучения на рабочем месте, единой, согласованной стратегии обучения и совместного выявления первопричин проблем. В Toyota заботятся о том, чтобы усвоение неявного знания стало неотъемлемой частью повседневной работы. Обучение в Toyota ведется не факультативно. Основной свод знаний осваивается с помощью хансей, наставничества, циклов PDCA, совершенства в решении проблем, демонтажа продукции конкурентов и других методов практической работы, нацеленных на совершенствование.



## Сформировать культуру постоянного стремления к совершенству

TPDS имеет очень глубокие культурные корни и не сводится к генти генбуцу, системе главных инженеров, кайдзен, TPS и т.д. Она представляет собой совокупность методов, применяемых в условиях культуры, которая формировалась на протяжении долгих лет. Именно эта культура обеспечивает эффективность. Что происходит на вашем рабочем месте? Осмыслить происходящее чрезвычайно важно. Лишь тогда вы поймете, в чем состоит ваша работа и как идут ваши дела.

ТАКЕСИ УТИЯМАДА,  
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПЕРВОЙ МОДЕЛИ PRIUS

Культура организации определяет, что происходит на рабочих местах. Ни одна компания не сможет создать систему бережливой разработки продукции без прочной, жизнеспособной культуры. В этой главе, посвященной десятому принципу LPDS, рассматривается ряд важных элементов культуры Toyota. Все принципы, которые обсуждались до сих пор, действуют благодаря культуре. Именно она делает их интегральной частью бережливого подхода к работе.

### Как культура может помешать бережливой разработке продукции

Компании, которые добились впечатляющих результатов, применяя концепции бережливого мышления на производстве, нередко подумывают о применении этих концепций в процессе разработки продукции. Одна из побудительных причин — потери. Как отмечалось в главе 5, потери есть и на производстве, и в процессе разработки продукции. Напрашивается вывод:

раз бережливый подход помог устранить или сократить потери на производстве, он поможет избавиться от них и в процессе разработки продукции. Чтобы осуществить необходимые преобразования, инженеров отправляют на курсы по бережливой разработке продукции. В компании рассчитывают, что, вооружившись эффективными средствами борьбы с потерями, они сумеют сократить время выполнения заказов и затраты. Разумеется, все не так просто. Вот что говорят представители компаний, которые отправили своих инженеров на такие курсы или попытались применять инструменты бережливой разработки продукции, используемые в Toyota.

- Мы вложили миллионы в «книгу знаний», систему, созданную на базе сетевых технологий. Несколько человек с утра до вечера вводили в нее стандарты и информацию о передовых методах работы. Сбором информации о передовом опыте и ее вводом в систему занимался отдел информационных технологий. Но мы старались впустую, — инженеры не пользуются этой системой.
- Мы учредили новую должность главного инженера. Назначение на эту должность получили несколько инженеров, прежде руководивших проектами. Но они продолжали действовать по старинке и не имели никаких полномочий, которые позволяли бы довести дело до конца.
- Мы составили карту потока создания ценности, и у нас появилось несколько блестящих идей. Мы составляли отчеты в формате А3 и разрабатывали планы действий. Но потом нас загрузили тремя проектами одновременно, начался аврал, и о наших планах пришлось забыть.

Как показывают эти примеры, руководители компании не могут с места в карьер заставить инженеров учиться и применять действенные инструменты, а потом сесть и наблюдать, как тают потери. Чтобы инструменты работали, следует создать бережливую культуру. В широком смысле слова культура состоит из неуловимых, нечетких вещей, составляющих повседневную жизнь. Это мысли людей и их убеждения, определяющие житейские приоритеты. С культурой компании тесно переплетается лидерство. Культура определяет, кто станет лидером, а лидер определяет, какой будет культура. Эдгар Шайн, один из ведущих аналитиков и исследователей культуры, определяет ее следующим образом.

*Система основных предпосылок, которые изобретены, открыты или сформулированы определенной группой людей при попытках решить проблемы внешней адаптации и внутренней интеграции. Данные предпосылки подтвердили свою эффективность на практике и, следовательно, пригодны для того, чтобы обучать новых*

*членов группы*, как правильно подходить к восприятию, мышлению и ощущениям в отношении названных проблем.

Далее раскрываются четыре важнейшие концепции, которые содержит это определение.

1. *Культура существует на подсознательном уровне.* Говоря об основных *предпосылках*, Шайн имеет в виду, что культура как система важнейших убеждений начинается на подсознательном уровне и уходит корнями в жизненный опыт, накопленный в детстве и юности. Взрослея, человек учится понимать, что правильно, а что нет, что хорошо, а что плохо, что доставляет удовольствие, а чего следует избегать. Примерно так же люди, присоединившись к организации, усваивают действующие в ней нормы поведения, — они узнают, что ценят ее члены, за что их вознаграждают, а за что наказывают. Люди соответствующим образом корректируют свое поведение, несмотря на то что глубинные основы личности остаются неизменными. Определяя оптимальный подход к восприятию, мышлению и ощущениям, культура Toyota во многом опирается именно на эти послышки. В первую очередь это относится к решению проблем. Именно поэтому так трудно обучить людей подходу Toyota, ведь речь идет о системе, где многие инструменты и методы тесно переплетаются с установками, определяющими поведение, а они берут истоки в культуре Toyota и культуре Японии. Человеку, который вырос в Японии и много лет проработал в Toyota, трудно вербализовать свое представление о культуре, которая стала для него второй натурой.
2. *Производственная система, которая опирается на опыт и необходимость решать проблемы.* Система разработки продукции в Toyota создавалась и совершенствовалась десятки лет в процессе решения чрезвычайно сложных задач, которые требовали адаптации к внешним условиям и внутренней интеграции. Внешняя адаптация началась с создания автомобильной компании в условиях слабой послевоенной экономики. Решать проблемы внутренней интеграции помогал коллективистский дух японской культуры, — в большинстве японских компаний считается, что сотрудники должны подчинять свои личные желания нуждам компании. Такой культурный и экономический контекст — люди были готовы объединиться, чтобы выжить, — позволил Toyota относительно легко найти поставщиков, готовых работать на достижение ее целей и обеспечивать ее процессы. Из этого следует, что дух коллективизма весьма важен для бережливой разработки продукции. Система разработки продукции в Toyota создавалась методом проб и ошибок и шла от использования научного метода к поиску

реальных решений реальных проблем, возникающих в социально-экономических условиях конкретной эпохи.

3. *Системы адаптации.* Заимствуя новые методы, Toyota непременно приводит их в соответствие с особенностями культуры компании. Если метод или инструмент работают, компания берет их на вооружение, но использует лишь после того, как адаптирует их к собственным процессам. Если такая адаптация невозможна, Toyota отказывается от применения данного средства. Таков эмпирический подход Toyota: искать реальные решения реальных проблем опытным путем, избегая бюрократических ловушек и не допуская, чтобы оптимальный подход к работе навязывался внутренними установками и корпоративными принципами.
4. *Изучать систему на практике.* Методика обучения новых сотрудников разработке продукции хорошо продумана. Обучение проводится в режиме реального времени в реальных условиях. Люди изучают дао Toyota не в аудитории и не перед монитором компьютера. Как рассказывалось в главе 9, руководители становятся наставниками для своих подчиненных и берут на себя ответственность за их развитие, помогая молодым инженерам учиться на собственном опыте. Обучение в Toyota — это еще и процесс социализации. Несмотря на различие стилей лидерства, каждый лидер обучает молодых сотрудников единым установкам, формируя четкое представление о принципах системы разработки продукции в Toyota. В компании стремятся к тому, чтобы все сотрудники имели единые воззрения на правильные и неправильные подходы к проектированию и работали на общие цели.

«Восприятие, мышление и ощущения» применительно к проблемам во многом определяются концепциями, которые уже освещались в данной книге: генти генбуцу, изучение комплекса альтернатив, уважение к высокому профессионализму, хансей и внимание к потребителю. Единый генетический код компании — основа результативного бережливого мышления. Парадокс заключается в том, что именно этот культурно-генетический код значительно усложняет обучение новых сотрудников системе бережливой разработки продукции, даже если речь идет о самой Toyota.

Всесторонне рассматривая феномен культуры, Шайн исследует и ее «силу». По определению культура — это система установок, разделяемых членами группы. Разумеется, все люди воспринимают, осмысливают и ощущают одно и то же по-разному. В статистическом аспекте культура — это величина общей дисперсии, а индивидуальные различия характеризуют отклонение от культуры. В сильной культуре большинство людей придерживается единых

установок. Разумеется, сильная культура может быть как благом, так и злом, она может быть как чрезвычайно плодотворной, так и абсолютно бесполезной. Безусловно, добиться стопроцентного единства невозможно — ведь каждая личность формируется в разных условиях. Различие точек зрения может стать преимуществом при решении задач. Но Toyota упорно трудится над соединением разных точек зрения, благодаря чему большинство ее сотрудников имеет общие ценности, приоритеты и подходы к работе. Иными словами, Toyota обладает сильной культурой.

## Инструмент не решает проблему

Прослышав об отчетах формата А3, используемых в Toyota, один вице-президент по исследованиям и разработкам потребовал, чтобы каждый инженер в его подразделении составлял такой отчет хотя бы раз в квартал. Инженеры потратили немало времени, чтобы выполнить это распоряжение. Переделывая готовые отчеты, они из кожи вон лезли, чтобы уместить собранную информацию на листе формата А3. Вице-президент надеялся, что, закупив побольше бумаги формата А3 и заставив инженеров составлять отчеты по новой форме, он добьется тех же результатов, что и Toyota. Но его ожидания не оправдались. В Toyota отчеты формата А3 работают, поскольку используются в контексте особой культуры (см. главу 14). Читатель уже знает, что Toyota издавна обучает инженеров строгим методам, которые позволяют собирать информацию, выявлять проблемы и их первопричины, оценивать комплекс альтернативных решений, привлекать к участию широкий круг заинтересованных лиц с помощью немаваси, вырабатывать контрмеры для устранения первопричин проблем и обеспечивать их внедрение. После воплощения плана действий в жизнь инженеры Toyota закрепляют свои достижения с помощью стандартов, что делает возможным непрерывное совершенствование. Инженер Toyota хорошо подготовлен к работе в коллективе. Он почти интуитивно чувствует, как важно привлечь к участию в работе всех нужных людей и на собственном опыте знает, что информацию необходимо представлять в наглядной и логичной форме. В отсутствие такого культурного контекста оформление отчета формата А3 превращается в бездумное составление конспектов, которое делается с одной-единственной целью — угодить боссу. Без глубинного понимания сущности процесса и в отсутствие методов достижения консенсуса цели создания отчета формата А3 понимаются неверно. С точки зрения бережливого мышления *не результаты, но процесс создания отчета формата А3 делают его действенным средством коммуникации.*

## Приносить пользу потребителям и обществу

Как рассказывается в книге «Дао Toyota» (*The Toyota Way*), фундамент культуры компании был заложен Сакити Тоёда, основателем Toyota Automatic Loom Works. Эта компания была создана 1926 году. Наблюдая, как мать, бабушка и их подруги, стирая пальцы в кровь, ткали на примитивных ручных станках, Сакити Тоёда всей душой хотел избавить их от изнурительного тяжелого труда.

В конце концов ему удалось создать приводной ткацкий станок и запатентовать свое изобретение. Станки Тоёда славились по всему миру и принесли ему состояние. Разбогатев, Сакити Тоёда мог уйти на покой. Его денег вполне хватило бы, чтобы оставить достойное наследство сыну, который мог бы купаться в роскоши. Однако, создавая компанию, Тоёда преследовал иную цель — он хотел приносить пользу обществу. Сакити Тоёда считал, что его сын, Кийтиро, должен стать продолжателем его дела. Когда Кийтиро вернулся из Англии, где ему удалось договориться с компанией Platt Brothers о продаже патента на ткацкий станок за 100 000 фунтов, он использовал эти деньги в качестве стартового капитала для создания Toyota Motor Company, призванной продолжить семейную традицию — приносить пользу обществу.

Идею служения обществу Toyota воплощает в жизнь несколькими путями. Она твердо придерживается принципа — *прежде всего потребитель*. Во многих компаниях это правило искажается или подменяется установкой «прежде всего я», которая, зарождаясь в кабинетах высшего менеджмента, постепенно становится нормой для инженеров и производственных рабочих. Toyota приносит пользу обществу и другим способом, — она создает рабочие места там, где продаются ее машины.

Казалось бы, компания, которая уделяет такое пристальное внимание устранению потерь на производстве, должна считать вполне разумным увольнение работников в периоды снижения деловой активности. Однако Toyota предпочитает гарантировать своим работникам занятость, при необходимости сокращая штаты за счет естественной убыли рабочей силы и выплаты выходных пособий тем, кто увольняется добровольно.

Как показывают принципы 5–10 LPDS, определяющие функционирование подсистемы «Люди», Toyota опирается на людей и работает для людей. Когда менеджеры Toyota говорят: «Наш важнейший ресурс — люди», — это не пустые слова. Дао Toyota требует жить не сиюминутными личными интересами, но думать об интересах компании (включая интересы ее сотрудников) и общества в долгосрочной перспективе.

## **Высокий профессионализм и непревзойденное качество разработок — интегральная часть культуры**

Как рассказывалось в главе 9, большинство компаний делают ставку на найм профессионалов с соответствующим уровнем подготовки. Иногда в процессе найма производится оценка, «впишется» ли потенциальный сотрудник в рабочую среду компании или нет. Однако после того как претендент принят на работу, не делается практически ничего, чтобы помочь ему усвоить культурные ценности компании. Такой подход ощутимо снижает эффективность работы новичка. Система бережливой разработки продукции предполагает, что, взяв на работу одного из лучших выпускников престижного университета, можно гарантировать лишь одно: новый сотрудник — способный молодой человек, который станет настоящим инженером, если будет прилежно учиться. Формальное образование в Toyota считают фундаментом, который бесполезен, пока новичок не впитает культуру компании. В организационном аспекте культура Toyota определяется следующими принципами.

- Компанией управляют инженеры, а иерархия определяется уровнем профессионального мастерства.
- По существу, Toyota — производственная компания, которая занимается добавлением ценности в процессе изготовления продукции, тогда как прочие виды деятельности призваны поддерживать производство.
- Компания неустанно заботится о повышении технического мастерства, применяя научный метод обучения на практике.
- Важнейшее звено системы разработки продукции — инженер.
- Обучение и непрерывное совершенствование (кайдзен изо дня в день) — неотъемлемая часть подхода к работе.
- Все, и в первую очередь лидеры, должны строго соблюдать дисциплину, упорно трудиться и быть преданными делу.
- Первоочередное внимание уделяется данным.

Фундамент этой культуры заложил Сакити Тоёда, «король изобретателей», который своими руками создал ткацкий станок с паровым двигателем. Следуя примеру отца, Кийтиро Тоёда досконально изучил технологию автомобилестроения. В свете такой традиции может показаться странным, что Фудзиро Тё, который стал президентом Toyota Motor Company в 1999 году, не только не принадлежал к семье Тоёда, но и не был инженером. В 1960 году Тё закончил Токийский университет, получив диплом адвоката. Как адво-

кат, не разбираясь в технике, мог управлять производственной компанией, спросите вы. Чтобы ответить на этот вопрос, нужно знать путь, который прошел Тё, осваивая культуру Toyota.

Поступив на работу в Toyota, Тё проработал 14 лет на различных должностях. В 1974 году ему вместе с Тайити Оно поручили заняться внедрением TPS в сфере управления. С этого момента жизнь Тё круто перевернулась. Он стал учеником Оно. Стиль работы его наставника представлял собой чудовищную смесь жесткого прессинга, наказаний, лести и уговоров. С его помощью Тё понял, что если он хочет усовершенствовать процессы управления, ему придется изучить основы TPS на производстве. Пройдя нелегкую школу освоения TPS под руководством Оно — обучение происходило исключительно в цехе, — Тё в конечном счете стал экспертом по TPS. Он пользовался таким уважением в Toyota, что в 1988 году ему поручили открыть первое стопроцентное дочернее предприятие Toyota в США — завод в Джорджтауне, штат Кентукки. На этом заводе Тё ежедневно обходил цеха и лично обучал TPS рабочих и лидеров команд. Он так хорошо изучил технологию производства и методы работы в цехе, что Университет штата Кентукки присвоил ему почетную степень доктора. Огромный опыт и блестящее знание TPS позволили Тё стать президентом Toyota Motor Company.

История Тё имеет два аспекта. Во-первых, это наглядный пример того, как Toyota воспитывает и обучает свой персонал, не жалея на это времени и средств. Во-вторых, она показывает, что такое культура высочайшего профессионализма. Все сотрудники Toyota, от рабочего до президента, убеждены, что цель компании — добавлять ценность, и что достижение этой цели требует неустанного совершенствования технологии. С точки зрения бережливого мышления работа людей по совершенствованию технологии имеет для компании исключительное значение. Вспомогательный персонал содействует выполнению этой важной миссии.

Как неоднократно подчеркивалось в данной книге, Toyota — это производственная компания, которой управляют инженеры. Это чрезвычайно важно для системы бережливой разработки продукции, поскольку это делает инженера важнейшим звеном системы, — именно инженеры, объединяясь в команды, подотчетные главному инженеру, принимают все решения, определяют ход всех процессов и подают все идеи. Они совершенствуют свое профессиональное мастерство, занимаясь практической работой, а не на курсах повышения квалификации. Быть инженером в системе бережливой разработки продукции — это скорее призвание, чем работа. Все это вместе формирует в компании *культуру высочайшего профессионализма* как при разработке продукции, так и при ее изготовлении.



## Дисциплина и трудовая этика

Высокий профессионализм — широкое понятие. Представьте талантливого, но рассеянного изобретателя, который так поглощен сиюминутной задачей, что теряет счет времени и забывает, где находится. Он несобран, может явиться на работу навеселе, устроить грандиозный беспорядок и взять отгул, предоставив другим расхлебывать заваренную им кашу. Развернитесь на 180 градусов, и вы увидите, что в культуре Toyota высокий профессионализм понимается совершенно иначе. Подобно персонажу, описанному выше, инженеры Toyota много и упорно трудятся, отдавая работе всю душу, но, в отличие от нашего расхлябанного гения, они исповедуют дао Toyota, а значит, строго соблюдают дисциплину.

Когда Toyota работала над созданием первого Prius, президент Окуда заявил, что этот автомобиль — будущее компании. Инженеры Toyota работали день и ночь, забыв про выходные и отпуска, чтобы машина, которая во многих отношениях была революционной и требовала освоения новых технологий, была выпущена в срок. В сентябре 1996 года, после нескольких лет работы над концепцией, инженеры представили дизайнерское решение автомобиля совету директоров для официального утверждения. Совет директоров одобрил подробный план работ и финансирование разработок, и это знаменовало начало марафона по созданию нового автомобиля. Инженеры должны были уложиться в срок, намеченный президентом Окуда, и наладить серийное производство Prius к декабрю 1997 года. Хотя речь шла о беспрецедентных темпах разработки — полный цикл работ предстояло осуществить за 15 месяцев, — план был перевыполнен, и производство началось в октябре. Все понимали, что при столь амбициозных целях и жестких сроках работа потребует от сотрудников компании полной отдачи и самопожертвования. Это хорошо иллюстрирует поступок Такехиса Яэгаси. Яэгаси, представитель высшего менеджмента, который в прошлом руководил проектами по разработке двигателей, был неожиданно уполномочен советом возглавить группу по созданию гибридного двигателя. Согласившись на эту работу, он первым делом потребовал, чтобы руководство предоставило ему соответствующие полномочия и выделило лучших людей (заметьте, речь шла не о деньгах или повышении в должности). Затем он отправился домой, объяснил ситуацию своей жене и переехал в общежитие компании, чтобы ничто не отвлекало его от работы. Яэгаси сделал то, что делали очень многие инженеры Toyota на протяжении долгой истории компании, — он поставил интересы компании выше личных. Важнее всего для него было выполнить свои обязательства по разработке гибридного двигателя. Личная жизнь могла помешать этому.

Глава 10 рассказывает о том, как внешние поставщики становятся продолжением расширенного предприятия Toyota. Их связь становится такой тесной, что инженеры поставщика попадают под воздействие культуры Toyota. От них требуется быть преданными компании и руководствоваться ее трудовой этикой, демонстрируя высокий профессионализм и строго соблюдая дисциплину. Когда Toyota решила создать совместное предприятие с компанией Matsushita, чтобы позаимствовать у нее технологию изготовления аккумуляторных батарей для Prius, ей было важно удостовериться, что Matsushita удовлетворяет ее высоким требованиям. Подразделение Toyota, занимавшееся электромобилями (Electric Vehicle Division), уже имело опыт успешной работы с Matsushita, — компании совместно разработали гибридную никелевую батарею для электрической версии внедорожника RAV4. Несмотря на это, в Toyota опасались, что различия в культуре компаний могут помешать созданию высококачественного аккумулятора. Отчасти опасения рассеялись, когда ведущий инженер Юити Фудзий как-то утром заметил, что один молодой инженер из компании Matsushita выглядит бледным и изнуренным. Оказалось, что тот работал всю ночь, чтобы завершить испытания аккумулятора. Этот случай немного успокоил Юити (Itazaki, 1999). Такая преданность делу говорила о том, что Toyota и Matsushita сработаются, несмотря на различие культур.

В конечном счете Toyota и Matsushita преодолели культурные различия и создали аккумуляторную батарею мирового класса, но мораль истории в том, что в Toyota высоко ценят дисциплину и трудовую этику и требуют, чтобы соответствующие нормы соблюдали все, — как внутри компании, так и за ее пределами. На данную парадигму дисциплины и трудовой этики опираются все бережливые процессы и инструменты, описанные в этой книге. Для иллюстрации приведем следующие примеры.

- *Стандартизация и соблюдение требований к процессу.* Кайдзен начинается со стабильного, стандартизированного процесса (см. главу 13). Все инженеры Toyota убеждены, что чрезвычайно важно уделять внимание созданию и совершенствованию стандартов и строго соблюдать установленные стандарты.
- *Соблюдение графика.* С помощью соответствующего программного обеспечения можно без труда наделать множество красивых графиков с подробным указанием сроков. Однако инженеры Toyota считают, что уложиться в срок их святая обязанность, и неукоснительно соблюдают график работ. Для инженера Toyota в порядке вещей остаться ночевать на рабочем месте, чтобы вовремя начать или закончить намеченную

работу. Вспомните ситуацию, когда вы были готовы разбиться в лепешку, чтобы вовремя завершить важный проект. Инженеры Toyota относятся так ко *всем* планам и графикам.

- *Дисциплина обмена информацией с помощью отчетов формата А3.* Составление такого отчета учит выделять самые существенные факты и наглядно представлять их на листе формата А3. Сделать это весьма непросто. Американцам, работающим в Toyota, освоение данного метода дается очень нелегко, и порой эта работа приводит их в отчаяние. Чтобы составить такой отчет, нужны дисциплинированные сотрудники, исполненные решимости добиться результата, каким бы сложным и мучительным ни был процесс его достижения.
- *Немаваси.* Важнейшим этапом составления отчета формата А3 является процесс достижения консенсуса. Бесконечные встречи с разными людьми утомляют и кажутся пустой тратой времени. Если эта процедура не станет интегральной частью культуры, инженеры быстро научатся «срезать углы», и работа по созданию отчета неизбежно теряет смысл.

Все эти детально разработанные процессы требуют интенсивного обмена информацией, проведения собраний и затрат времени, которые не укладываются в промежуток «с девяти до пяти». Когда японские координаторы приезжают работать в Соединенные Штаты, они нередко оставляют свои семьи в Японии. Они работают так же, как привыкли работать у себя дома, — не жалея времени и сил. В результате у их американских коллег возникает опасение, что у сотрудника Toyota, кроме работы, нет другой жизни. В большинстве японских компаний нет программ, которые позволяют сбалансировать требования бизнеса и личную жизнь. Однако в Toyota быстро поняли, что другие страны, в частности США, имеют собственную культуру, и компании придется адаптироваться к новым условиям и создать гибридную культуру, которая поможет сгладить культурные различия, не разрушая ни одну из двух исходных культур.

В США личные интересы и семья считаются важными — жизнь не ограничивается одной работой. Это не помешало Toyota добиваться строгого соблюдения дисциплины и трудовой этики в дочерних компаниях, созданных на территории США. Toyota ищет и находит инженеров, преданных своему делу, людей, которые любят технику, умеют работать с ней и строго соблюдают дисциплину и нормы трудовой этики. Этому способствует позиция руководства Toyota, которое считает своим долгом готовить первоклассных инженеров.

### Кайдзен изо дня в день

В Toyota можно часто услышать одну и ту же фразу: «Таков наш подход к делу — с каждым днем мы стараемся работать чуть лучше». Эта фраза отражает приверженность Toyota принципам кайдзен. *Кайдзен — это не методика, это страсть и образ жизни.* Процесс бережливой разработки продукции немыслим без культуры кайдзен. Что это значит и как это отражается на методах работы? Проще всего показать, что происходит в процессе разработки продукции. Инженеры ставят конкретные, измеримые цели на уровне отдельных компонентов, делая непрерывное совершенствование интегральной частью каждого проекта, а каждый проект — это возможность сделать шаг вперед по сравнению с предыдущим. Каждый этап реализации проекта позволяет узнать что-то новое. Уроки, которые преподносит создание первого опытного образца, дают возможность сделать второй опытный образец лучше.

Духу кайдзен присуща скромность. Как только вы решите, что вы безупречны и непобедимы, кайдзен придет конец. По мнению большинства японских и американских компаний, в 2004 году Toyota добилась головокружительного успеха — ее прибыли превысили триллион иен (10 миллиардов долларов) и продолжали расти из года в год. Несмотря на это президент компании Фудзиро Тё заявил, что считает сложившуюся ситуацию критической. Он опасался самоуспокоенности. Несмотря на внешнюю парадоксальность, это вполне последовательный подход, который говорит о том, что Toyota вновь и вновь приходится переосмысливать свою работу и переделывать саму себя (Automotive Management Briefing Conference, Traverse City, August, 2004):

С какой стати мы стремимся заново изобретать самих себя, когда дела идут как нельзя лучше? Потому что любая компания, которая не желает заново изобретать саму себя, обречена. Мир меняется слишком быстро. Если вы не будете постоянно переделывать свою компанию, переосмысляя ее работу, я ручаюсь, что вас отбросит назад. Хуже того, скорей всего ваши потребители начнут поглядывать в сторону ваших конкурентов.

Именно в этот период беспримерного успеха Toyota мы обнаружили, что курс на кайдзен держит не только президент, но и все уровни компании. Инженеры и менеджеры рассказывали нам о своих проблемах и о том, как много предстоит сделать на том участке работы, за который они отвечают. Мы не припоминаем ни единого случая, когда в тоне сотрудника Toyota —

о каком бы уровне организационной иерархии ни шла речь, — звучала бы удовлетворенность достигнутым.

Любая компания, стоящая на грани банкротства, готова ухватиться за кайдзен как за последнюю соломинку, чтобы снизить затраты. Однако такие попытки удержаться на плаву — неважный показатель работы кайдзен. Подлинной проверкой кайдзен становится курс компании в период небывалого успеха. Инженеры и менеджеры Toyota в один голос говорили авторам: «На самом деле мы далеко не так хороши, у нас по-прежнему много проблем», после чего долго рассказывали о работе, которую предстоит сделать. Такая скромность весьма характерна для бережливой культуры.

### **Прежде всего потребитель**

Все, кто работает в Toyota, стремятся к единой цели. Чтобы понять, что объединяет людей, попробуйте ответить на несколько вопросов:

- Каким образом работает матричная организационная структура Toyota? В большинстве компаний, использующих матричную структуру, параллельное подчинение инженеров двум боссам — начальнику функционального подразделения и руководителю проекта — ведет к конфликтам.
- Почему главным инженерам Toyota удается избежать конфликтов при распределении лучших ресурсов?
- Какую систему показателей и поощрений использует Toyota, чтобы направить инженеров на достижение общих целей?
- Как Toyota добивается сотрудничества инженеров и дизайнеров? Почему тот, кто занимается внешним видом автомобиля, не конфликтует с тем, кто отвечает за функциональность?
- Почему инженеры-разработчики сотрудничают с производственниками, вместо того чтобы отстаивать интересы проектно-конструкторских подразделений?

Ответ на все эти вопросы один. Это принцип *прежде всего потребитель*. Можно привести массу случаев, которые показывают, как важна эта концепция для Toyota. Пример, приведенный ниже, свидетельствует, что эта концепция понимается очень широко. Беседуя с группой инженеров Toyota, которые занимаются разработкой кузова, авторы задали им вопрос о взаимодействии с дизайнерами в период кенто. На этом этапе дизайнеры, отвечающие за внешний облик автомобиля, представляют несколько глиняных моделей разработчикам, а те выявляют потенциальные проблемы при про-

ектировании и производстве. Анализируя возможные решения, инженеры создают множество эскизных чертежей. Когда мы поинтересовались, как улаживаются разногласия, если оптимальная конструкция не согласуется с самым элегантным дизайнерским решением, инженеры были удивлены. Отвечая на этот «странный» вопрос, они стали рассказывать о том, что делают дизайнерская студия и отдел разработок для удовлетворения потребителя. Дизайнеры, сказали они, стараются создать автомобиль, который понравится потребителю. Владелец такого автомобиля будет гордиться своим приобретением. Задача инженеров — воплотить в жизнь замысел дизайнеров, обеспечив оптимальную аэродинамику, функциональность и технологичность. Инженеры делают все возможное, чтобы дизайнерское решение осталось в целостности и сохранности, ведь именно дизайнеры — их непосредственные потребители.

Вскоре после этой беседы одному из авторов книги пришлось рассказывать о системе Toyota в дизайнерской студии одной из компаний «большой тройки». Он повторил историю, изложенную в предыдущем абзаце. После беседы к нему подошел один из ведущих специалистов подразделения и сказал: «Когда вы рассказали эту историю, я едва не упал со стула. В нашей компании бал правят разработчики. Если дизайнерское решение вызывает проблемы, они, не задумываясь, вносят свои изменения. Им и в голову не придет назвать нас своими потребителями». Забавно, что инженеры той же самой компании сказали авторам, что их коллеги из дизайнерской студии считают, что им позволено все, и работая над внешним обликом автомобиля, не думают о его технологичности. Без сомнения, здесь имеет место проблема культуры — ни одна сторона не желает идти на уступки во имя конечного потребителя — будущего владельца автомобиля.

## **Стремление учиться, заложенное на генетическом уровне**

Феномен обучающейся организации подробно рассматривался в главе 11. Здесь мы взглянем на это явление с иной точки зрения. Toyota твердо верит, что способность к обучению — это основа конкурентного преимущества, а непрерывное совершенствование, по сути, как раз и представляет собой обучение. Культура обучения в Toyota опирается на две установки.

1. *Обучение носит неявный характер.* Это ключевой момент. По определению можно обеспечить передачу неявного знания лишь при наличии тесных уз между опытным наставником и его учеником. Любой лидер

в Toyota — учитель, он лично занимается подготовкой и коучингом молодых сотрудников, обучая их дао Toyota.

2. *Обучение на собственном опыте предполагает пробы и ошибки.* Невозможно, изучив лучший метод работы в теории, с первого раза выполнить работу безупречно. Всегда есть множество альтернативных решений, чтобы чему-то научиться, нужно опробовать их на практике, радуясь успехам и анализируя ошибки. Тот, кто пытается найти оптимальное решение методом теоретических рассуждений и при этом бездействует, упускает массу возможностей для обучения.

Лидеры Toyota часто говорят, что обучение на собственном опыте — это часть генетического кода Toyota. Для сотрудников компании стало привычным и необходимым проверять отобранные альтернативы на практике, что позволяет им учиться на личном опыте. Лидеры играют роль наставников, которые поощряют эксперименты подчиненных и изыскивают возможности для обучения. Это относится как к сотрудникам компании, так и к внешним партнерам. Энди Лунд, американский руководитель проекта по разработке мини-вэна Sienna в Техническом центре Toyota, рассказывает, как учился этому у японского инженера Toyota, который занимался контролем качества:

Для проведения аудита к нам на завод прибыл инженер ТМС из Японии, который занимался контролем качества. Он объяснил, что бракованная деталь в десять раз ценнее качественной детали, поскольку она учит, как избежать повторного возникновения проблемы. Если мы подходили к производственной линии и не видели контейнера с бракованными деталями, инженер Toyota просил: «Дайте мне взглянуть на дефектные детали». Начав выпуск Sienna, мы руководствовались принципом стопроцентного возврата дефектов. Мы просили дилеров, чтобы, обнаружив любой дефект, они возвращали некачественные детали на завод. Это позволяло инженерам по контролю качества изучить такую деталь. Данный подход был частью генти генбуцу — мало прочитав отчет о дефектах, нужно увидеть деталь своими глазами.

## **Ответственность и обязательства**

В Toyota обожают создавать команды. Хорошие результаты ставятся в заслугу команде. Работа в команде — это ключ к успеху. При этом, как ни странно, в Toyota любят говорить: «Если за работу отвечает каждый, значит, за нее

не отвечает никто». Любой инженер отчитывается за определенный участок работы — каждый должен обеспечить получение определенных результатов. В Toyota никто не тратит время на то, чтобы обвинять или критиковать других. Здесь каждый отвечает за свое дело, и если что-то идет не так, он готов признать свою вину, поскольку именно он несет ответственность за неудачу.

Готовность нести ответственность согласуется с духом хансей (см. главу 11). Если выполнить проект в намеченные сроки мешает задержка с изготовлением штампов, всегда есть тот, кто скажет, что именно он отвечает за своевременную подготовку штампов. Если деталь имеет неудачную конструкцию, всегда есть инженер, который возьмет на себя ответственность за то, что альтернативные решения были проанализированы недостаточно тщательно. Хансей — это размышление, выявление ошибок и просчетов и умение нести ответственность. Один из представителей высшего менеджмента пояснил это так: «Вы должны почувствовать себя неловко и пообещать, что никогда не совершите ту же самую ошибку вновь». Ощущение неловкости и искреннее стремление в будущем работать лучше — движущие силы кайдзен. Как сказал тот же руководитель: «Нельзя иметь кайдзен без хансей».

### Организационное единство

В компании, которая считает обучение и развитие людей важными факторами конкурентного преимущества, главная задача лидера — обучать подчиненных. Лидер должен уметь обращаться с людьми, которых он обучает. Следовательно, он должен знать, чего делать *нельзя*.

- Нельзя увольнять людей при первых признаках экономического спада.
- Нельзя срамливать людей между собой, чтобы вознаградить победителей и уволить побежденных.
- Нельзя предоставлять новичков самим себе и позволять им учиться самостоятельно.

Судя по всему, старые добрые времена пожизненного найма для большинства японских компаний остались позади. Однако в Toyota эта традиция живет и здравствует по сей день. Вряд ли вы найдете здесь того, кто знает или помнит, когда Toyota в последний раз уволила штатного работника. Политика Toyota по отношению к тем сотрудникам, которые перестали добавлять ценность, известна. Эти люди получают «место у окна», — работу, выполняя которую они не могут причинить вреда. Такое место у окна может получить менеджер, у которого нет подчиненных. Для него придумывают невинное занятие, которое не позволяет нанести ущерб компании или кому-



либо из ее сотрудников. Хотя кому-то такая должность может показаться синекурой — неплохо посиживать на теплом местечке, не ведая забот, — в культуре Toyota, где люди всеми силами стремятся повысить эффективность своего труда, получить такую тихую работу считается позором.

Курс на сохранение организационного единства помогает Toyota «повышать уровень технических знаний и навыков специалистов», о чем рассказывалось в главе 9. Повышение профессионализма — четкий структурированный процесс. Он включает комплекс мероприятий по социализации новичка, который начинается с момента его поступления в компанию. Кто-то, содрогнувшись при мысли об уравниловке, назовет это «идеологической обработкой». В каком-то смысле речь действительно идет об идеологической обработке, но ее задача состоит не в том, чтобы лишить человека способности к свободному, творческому мышлению. Подлинная цель этого процесса — обучить каждого сотрудника дао Toyota, поощряя и развивая творческое мышление, которое необходимо для решения проблем и открытия новых горизонтов.

Добиться этой цели можно лишь в том случае, если определенные принципы войдут в плоть и кровь сотрудников Toyota, или, как говорят здесь, станут частью их генетического кода. Так, для инженера должно стать привычкой и настоятельной необходимостью применение генти генбуцу, немаваси, кайдзен; он должен ценить своих коллег и партнеров, воспринимать руководителя как учителя и не бояться трудностей. Если каждый будет трактовать эти важные концепции на свой лад, дао Toyota исчезнет и компания лишится «курицы, несущей золотые яйца», которая обеспечивает ее конкурентное преимущество.

Каким образом Toyota удастся направить всю команду сверху донизу на достижение единой цели? Для этого используется метод развертывания политики — хосин канри (см. главу 15). Разрабатывается план, который увязывает стратегические цели компании с конкретными задачами на всех уровнях, вплоть до тех, которые ставит перед отдельным служащим его непосредственный начальник. Занимаясь выполнением этих задач, члены команды работают на достижение стратегических целей компании. Такое возможно только в условиях культуры, где цели не ограничиваются личными интересами.

## **Управление снизу вверх, сверху вниз и по горизонтали: принцип хоренсо**

К сожалению, сегодня многие менеджеры проектно-конструкторских подразделений убеждены, что их обязанности в компании сводятся к тому, чтобы участвовать в собраниях, следить за изменением стратегии организации,

принимать судьбоносные решения при возникновении крупных проблем, и представлять, как обстоят дела наверху и за пределами компании. Считается, что хороший менеджер умеет делегировать полномочия, а хорошие инженеры должны работать самостоятельно.

Принцип хоренсо предполагает, что менеджер Toyota ведет себя совершенно иначе. Это слово определяет японскую концепцию управления и состоит из нескольких частей: хо (хо коку — отчитываться), рен (ренроку — периодически пересматривать) и со (со дан — советоваться или давать рекомендации). Иными словами, лидеры Toyota обязаны знать, чем занимаются их подчиненные, отчитываться перед вышестоящим руководством о ходе выполнения работы и давать рекомендации подчиненным.

Мы наблюдали этот подход в действии, когда президентом Технического центра Toyota в Мичигане был Джордж Ямасина. Он казался вездесущим — обходил отделы, задавал вопросы, беседовал со специалистами. Все менеджеры, работавшие под его началом, должны были в конце каждого рабочего дня отправлять ему по электронной почте краткий отчет, где подводились итоги работы за день. Ему было нелегко ежедневно прочитывать более 40 сообщений, написанных по-английски. Тем не менее он считал, что эта работа стоит потраченного времени, и внимательно изучал каждый отчет.

Ямасина отлично знал, что происходит в любом подразделении организации. Чтобы представлять ситуацию в целом, он постоянно пребывал в движении: то ездил на испытательный полигон в Аризоне, где работали инженеры по приглашению, то посещал производственные предприятия, то летел в Японию, и так без конца. Когда его спрашивали, зачем он это делает, Ямасина говорил, что, видя отдельные части, проще увидеть целое. К примеру, если инженер в одном подразделении уже провел испытания и получил отрицательные результаты, сотрудникам других подразделений нет никакого смысла проводить точно такие же испытания, чтобы прийти к тем же самым выводам. В таком случае достаточно проинформировать заинтересованных лиц о результатах, полученных первым инженером. Авторы провели весьма познавательную беседу о сущности хоренсо с Ямасиной и несколькими американскими менеджерами Toyota. Одним из них был Чак Гулаш, вице-президент Технического центра Toyota, который признался, что поначалу он считал такую практику неприемлемой:

Сначала я отвергал эту концепцию, так как мне казалось, что речь идет о микроменеджменте, чрезмерном вмешательстве в работу своих подчиненных. Теперь я поддерживаю этот подход всей душой и, как мне кажется, понимаю его смысл. Я всегда поддерживал подход к управлению путем «обхода рабочих мест», а

теперь я сам осваивал новый подход на практике. И что же? Я не сижу на месте. А эффективный, упорядоченный подход хоренсо помогает мне как руководителю быть в курсе происходящего и обеспечивает обмен информацией в рамках организации.

Эти слова свидетельствуют о различиях культуры управления в Toyota и в США. В Соединенных Штатах не жалуют тех, кто «сует свой нос» повсюду, стараясь всегда быть в курсе дела. Здесь считают, что это микроменеджмент. Умелый менеджер должен дать инженеру поручение и отойти в сторону, чтобы не мешать работать. Для менеджера Toyota такой подход равносильен сложению полномочий. Как можно давать советы подчиненным, если ты не знаешь, что творится вокруг? Кому нужен руководитель, который осведомлен о том, что происходит в организации не лучше рядового инженера?

## Правильный процесс дает правильные результаты

Информация, собранная авторами в ходе бесед с инженерами и менеджерами Toyota в Японии и США, показывает, что многие составляющие бережливой культуры часто определяют образ мышления и поступки японцев. Три подсистемы бережливой культуры — процесс, люди и инструменты и технология — действительно стали частью их генетического кода. Обучая американских менеджеров и рабочих бережливому мышлению, Toyota добилась многого, но заставить этих людей жить и дышать «бережливым мышлением», как их японские коллеги, очень непросто. Японские менеджеры непоколебимо верят, что дао Toyota — это правильный путь. Они убеждены: *этот подход применим к любой деятельности и неизменно дает положительные результаты*. Хотя порой можно добиться определенного эффекта, срезая углы, такой способ работает далеко не всегда и не позволяет систематически добиваться блестящих результатов.

Большинству американских менеджеров недостает такой убежденности, пока неопровержимые доказательства не делают их горячими сторонниками нового подхода. Энди Лунд говорит, что когда он руководил проектом по разработке и модернизации Sienna, ему порой казалось, что дао Toyota идет вразрез с наиболее рациональным подходом к работе. Так, одной из его обязанностей была организация хансей-мероприятий по завершении проекта. Он проводил заседания, посвященные осмыслению итогов проекта, собирал огромное количество информации и применял метод пяти почему для выявления первопричин проблем. Ему приходилось беседовать со множеством инженеров, чтобы выяснить, как каждый из них оценивает проделанную

работу. Нередко он сомневался, стоит ли проводить очередную беседу, и испытывал искушение не слушать того или иного сотрудника. Но каждый раз, разговаривая с человеком, которого он хотел обойти своим вниманием, он узнавал нечто новое и неожиданное. Лунда раздирали культурные противоречия: это была борьба между верой Toyota в процесс и характерной для американцев манерой быстро делать выводы. Лунд вырос в Японии, что делало этот внутренний конфликт еще более острым.

## Культура поддерживает процесс

Многие автомобилестроительные компании хотели бы взять на вооружение процесс бережливой разработки продукции Toyota. Они развертывают крупные программы по освоению опыта Toyota, но очень часто эти начинания не оправдывают ожиданий. В этих компаниях пытаются составлять отчеты формата А3, организуют мероприятия по крупноблочной сборке кузова, вводят должность главного инженера, занимаются хосин-планированием и создают базу данных по ноу-хау. Каждый из этих инструментов на какой-то момент позволяет добиться результатов, но со временем его эффективность сходит на нет и им перестают пользоваться. В большинстве случаев инженеры и менеджеры теряют интерес к новшествам и возвращаются к старым, не самым эффективным, но проверенным методам. Трудности, с которыми сталкиваются компании на пути освоения этих простых, разумных принципов, объясняются главным образом различием культур. На рис. 12-1 дается сравнительная характеристика культуры Toyota и культуры NAC, компании, подход которой представляет полную противоположность бережливому мышлению.

<b>Toyota</b>	<b>NAC</b>
Техническое совершенство	Совершенство в бизнесе
Дисциплина процесса и трудовая этика	Акцент на результаты
Кайдзен изо дня в день	Прорывные подходы
Детальное планирование и добросовестное выполнение плана	Просто делай
Стремление учиться как часть генетического кода	Отрицание проблем

**Рис. 12-1.** Сравнение культуры Toyota с культурой NAC

С первого взгляда видно, что подходы Toyota и NAC диаметрально противоположны. Деятельность NAC определяется интересами бизнеса, высшая цель компании — оправдать ожидания аналитиков Уолл-стрит по показателям квартальных прибылей. Преобладающее влияние на культуру компании оказывают финансовые соображения. Техническое совершенство для NAC вторично, главное — это конечный результат, которого нужно добиться любой ценой. В то время как в Toyota уважают высокий профессионализм и не жалеют сил и средств на развитие людей, представители высшего менеджмента NAC любят повторять: «Затраты ходят на двух ногах», и бросают все силы на сокращение штатов, даже если при этом они могут потерять лучших специалистов. Toyota придает огромное значение процессу. Правильный процесс дает желаемые результаты. В NAC делают ставку на самые современные подходы и технологии, которые упрощают и ускоряют работу, то есть помогают найти кратчайшее расстояние между двумя точками. Зачем корпеть над рабочим проектированием или сборкой машин, — это банально и скучно. Toyota, напротив, неустанно совершенствует методы повседневной работы. Здесь привыкли не жалеть сил на детальное планирование. NAC, нацеленная на конечный результат, руководствуется принципом «просто делай». Здесь не прилагают никаких усилий, чтобы извлечь уроки из собственного опыта и использовать полученные знания при выполнении очередного проекта. Toyota учится на опыте каждого проекта и каждого инженера. Интересоваться, что уже делалось раньше, считается в NAC дурным тоном и признаком некомпетентности. Мимолетная улыбка и жизнерадостное «у нас нет проблем» — типичное поведение инженера NAC, какой бы сложной ни была порученная ему работа. В Toyota подобное поведение вызывает недоумение. Как можно выполнить работу в соответствии с принципами дао Toyota, не задавая вопросов, не прибегая к немаваси, не увидев ситуацию своими глазами, не поделившись своими догадками и открытиями с командой и не занимаясь обучением в масштабах организации?

Культура NAC (и подобных ей компаний) делает практически невозможным внедрение и поддержание процессов разработки продукции, сходных с теми, что используются в Toyota. Ниже описано, что может произойти при попытках такого внедрения.

### *Система главных инженеров*

Пятый принцип LDPS требует *развивать систему главных инженеров для интеграции процесса разработки*. Именно главный инженер приводит в действие всю систему разработки продукции. Поняв это, несколько традиционных автомобильных компаний решили учредить должность главного инженера. Однако в бюрократической культуре легче сказать, чем сделать. Обычно все

заканчивалось сменой вывески — бывшие руководители проектов проходили курс переподготовки, в ходе которого им объясняли, в чем заключаются их новые функции, и официально становились «главными инженерами». Здесь встает как минимум три вопроса: обладают ли новые главные инженеры достаточным профессионализмом и авторитетом, чтобы обеспечить выполнение работы? Будут ли главы функциональных подразделений предоставлять в их распоряжение правильных людей в правильное время? К кому будут в первую очередь прислушиваться лучшие специалисты функциональных подразделений — к своему боссу или к главному инженеру? Нетрудно понять, почему во всех этих компаниях данное начинание зашло в тупик и главные инженеры «быстрого приготовления» часто терпели неудачу.

### *Правильный старт*

Второй принцип LDPS гласит: *Обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты.* Такой подход позволяет выявлять и решать проблемы до начала капитальных вложений и разработки оборудования. Для этого Toyota использует этап кенто. В условиях культуры NAC, нацеленной на результаты, обязательно возникнут вопросы: будет ли этап кенто воспринят всерьез? Согласятся ли менеджеры проектно-конструкторских подразделений выделить для кенто лучших инженеров? Хватит ли инженерам времени, умений и дисциплинированности, чтобы как следует проработать каждый эскизный чертеж, выявить возможные проблемы и устранить их первопричины, приняв соответствующие контрмеры? Удастся ли добиться сотрудничества функциональных подразделений, избежав междоусобицы? Реально ли организовать широкое обсуждение эскизных чертежей для осмысления конструктивных решений? На все эти вопросы можно дать один ответ: «Едва ли».

### *Выравнивание нагрузки*

Третий принцип LPDS требует *обеспечить выровненный поток процесса разработки продукции* за счет гибкого подхода к кадровому обеспечению проекта и выравнивания объема работ. В моменты повышения нагрузки к работе подключается резервный инженерно-технический персонал и сотрудники поставщиков. В контексте культуры NAC вновь встает ряд вопросов: сможет ли компания гибко регулировать укомплектование проекта персоналом и найти инженеров, которые сумеют быстро подключаться к процессу разработки? Будут ли эти резервные кадры обучены «дао NAC» настолько, чтобы понимать процесс разработки и его философию? Найдут ли резервный персонал общий язык с постоянными сотрудниками? Будет ли

у них достаточно стимулов работать наравне с инженерами НАС на общую цель — удовлетворение потребителя? Опять-таки, едва ли.

Этот краткий анализ показывает, что никакие преобразования процесса и инструменты, принудительно спускаемые сверху, не изменяют культуру, препятствующую нововведениям, и не смогут создать условий, необходимых для эффективного функционирования бережливых процессов и инструментов. Чуждая культурная среда неизбежно отторгнет эти процессы и инструменты, как живой организм отторгает пересаженный орган.

## **Культура держится на лидерах**

Компании, всерьез заинтересованные в применении методов бережливой разработки продукции Toyota, часто задают вопрос: «Как поддерживать жизнеспособность этих инструментов после внедрения?» Этот вопрос говорит об их понимании того, что взять систему на вооружение — не значит обеспечить ее эффективность и жизнеспособность в долгосрочной перспективе. Нельзя гарантировать, что, после того как компания приложит определенные усилия к освоению бережливого подхода, новые инструменты будут продолжать функционировать сами собой. Действенность этих инструментов в долгосрочной перспективе нередко зависит от руководства. Важно помнить, что лидеры получают ту культуру, которую исповедуют и с которой готовы мириться.

В системе Toyota носители культуры компании — это лидеры. Именно они изо дня в день подают пример другим сотрудникам. Разумеется, выполнять процесс правильно изо дня в день непросто. Но никому из лидеров Toyota и в голову не приходит, что система бережливой разработки продукции будет функционировать сама по себе. Лидеры компании интуитивно понимают, что, если пустить дело на самотек, культура прекратит развиваться и начнет деградировать, поэтому их задача — непрерывно обновлять культуру, передавая генетический код Toyota другим сотрудникам. По закону термодинамики любая система стремится к состоянию с минимальным уровнем потенциальной энергии. Уменьшить энтропию (деградацию) может лишь энергия, поступающая извне, — только она позволяет стабилизировать систему или обеспечить ее совершенствование. Основным источником такой энергии являются лидеры, они поддерживают эффективность бережливых инструментов, заботятся о развитии культуры и обеспечивают преемственность бережливого мышления.

Эта глава завершает рассмотрение принципов LPDS, относящихся к подсистеме «Люди». Следующий раздел книги посвящен подсистеме «Инструменты и технология» и анализу принципов 11–13 LPDS.

### **Резюме принципа 10**

#### ***Сформировать культуру постоянного стремления к совершенствованию***

Бережливые инструменты эффективны лишь в благоприятной культурной среде. Культура — это подход к выполнению работы и образ мышления, определяющий отношение к работе и создаваемой продукции. К культурным ценностям, которые способствуют бережливой разработке продукции, относятся генти генбуцу, анализ комплекса альтернатив, хансей и внимание к потребителю. Для успеха бережливого мышления чрезвычайно важно, чтобы единая культура вошла в плоть и кровь большинства сотрудников компании. Добиться этого очень непросто, поэтому даже Toyota сталкивается со значительными трудностями, обучая бережливой системе разработки продукции новых сотрудников по всему миру. Отличительные особенности высокоэффективной культуры Toyota, которые должны стать ориентиром для вашей организации, таковы:

- высоко ценить техническое совершенство и профессионализм;
- культура должна опираться на дисциплину и нормы трудовой этики;
- неотъемлемой частью подхода к работе должно стать совершенствование с помощью кайдзен;
- каждый участник процесса разработки должен в первую очередь думать об удовлетворении потребителя;
- обучение в масштабах организации должно стать частью генетического кода компании;
- люди должны быть готовы брать ответственность за допущенные ошибки;
- вложение средств в подготовку инженеров, ценнейшего актива компании, должно стать нормой;
- перед каждым инженером должны ставиться все более сложные задачи;
- необходимо правильно выполнять стандартизированный процесс;
- следует воспринимать ошибки как возможность учиться;
- лидеры должны быть носителями культуры и изо дня в день воодушевлять других личным примером.



## Раздел IV

---

# **Подсистема «Инструменты и технологии»**



## Адаптировать технологию к потребностям людей и процесса

Применение любой технологии в бизнесе подчиняется двум правилам. Первое: автоматизируя эффективную операцию, вы повышаете ее эффективность, и второе: автоматизируя неэффективную операцию, вы повышаете ее неэффективность.

*Билл Гейтс, президент и генеральный директор  
компании MICROSOFT*

По всему миру компании ищут способы ускорить разработку продукции и тем самым обрести конкурентное преимущество. При этом они нередко делают ставку на применение передовой технологии. Однако, используя методы ускоренного создания опытных образцов, компьютерное моделирование, управление жизненным циклом продукта, автоматизированное проектирование и тому подобные инструменты и технологии, они далеко не всегда получают ожидаемые результаты. Это объясняется тем, что, как правило, технологии и инструменты общедоступны. Любая компания может купить или скопировать инструменты и технологии, используемые другой компанией. Успех применения инструментов и технологий зависит от умения адаптировать их к потребностям и особенностям конкретной компании. Именно это делает технологию уникальной. Никто не станет отрицать, что именно инструменты и технологии помогают Toyota осуществлять цикл разработки за 15 месяцев и даже быстрее. Однако не следует забывать, что Toyota, отличающаяся осмотрительностью, дальновидностью и дисциплиной, непременно приводит инструменты и технологии в соответствие с потребностями людей и процесса.

### Пять основных принципов отбора инструментов и технологий

Заблудиться в технических джунглях очень просто. Стремительное изменение функциональных возможностей и множество подводных камней часто мешают избрать правильный путь. Решения о том, какие инструменты и

технологии взять на вооружение, когда и где приступить к их внедрению, имеют серьезные последствия для системы разработки продукции компании. Процесс отбора требует крупных финансовых затрат и привлечения значительного количества персонала, а в итоге может вызвать бурю возмущения и обернуться потерей времени, особенно если новый инструмент или технология не согласуется с двумя другими подсистемами LPDS, процессом и людьми. Одиннадцатый принцип LPDS — *адаптировать технологию к потребностям людей и процесса* — один из важнейших для внедрения и поддержания эффективной системы бережливой разработки продукции. Toyota применяет этот подход весьма успешно. Мы разбили данный принцип на пять принципов более низкого уровня.

1. *Следует обеспечить интеграцию технологий.* Toyota объединила ряд собственных технологий разработки продукции, создав систему V-Comm. V-Comm — это единая система, которая обеспечивает моделирование поверхностей, проверку проектных решений, виртуальную сборку и моделирование. Ее составной частью служит база данных по ноу-хау. Система позволяет инженерам Toyota проверять эргономичность конструкции, получать свежую информацию о результатах испытаний и запрашивать необходимые стандарты и контрольные листки. Этот мощный комплекс инструментов, обеспечивающий поступление информации в режиме реального времени, создан в помощь инженерам, работающим над проектами.
2. *Технология должна поддерживать процесс, а не управлять им.* Консультанты по технологиям часто советуют: «Чтобы не отставать от современной технологии, вы должны постоянно корректировать процессы в своей компании». В Toyota придерживаются диаметрально противоположной точки зрения. Изменение процесса в угоду технологическим требованиям вызывает нестабильность, повышает вариацию процесса, сбивает с толку людей и приводит к чудовищным потерям. Перекраивая процесс, чтобы извлечь максимальную выгоду из умопомрачительной технологии и продемонстрировать всем мудрость своей стратегии и умение правильно инвестировать, компания напрасно тратит время и деньги. Часто не проходит и года, как суперсовременная технология устаревает. Это заставляет бросаться на поиски очередной модной новинки, что становится еще более губительным для уже рассогласованного процесса.
3. *Технология должна поддерживать людей, а не заменять их.* Во многих компаниях важнейшим критерием отбора закупаемых технологий становится снижение затрат на рабочую силу. Здесь думают лишь о том,

сколько человек заменит новое приобретение. Однако если успех дела определяется в первую очередь одаренностью и профессионализмом людей, такой подход весьма непродуктивен. Если речь идет о разработке продукции, следует оказывать предпочтение инструментам и технологиям, которые позволят инженерам в полной мере реализовать свой талант и рационально использовать рабочее время. Инструменты и технология не могут заменить знания и опыт, они — всего лишь подспорье для квалифицированного специалиста.

4. *Инструменты и технология должны решать конкретные задачи: бесполезно искать панацею.* Технология может стать весьма эффективным средством достижения цели, если компания четко понимает, что ей нужно. Поиски несуществующего Святого Грааля тщетны. Технология никогда не заменит упорный труд, без которого нельзя обеспечить конкурентоспособность системы разработки продукции. С помощью технологии можно лишь облегчить и ускорить эту нелегкую работу при условии, что процесс уже налажен, а опытный персонал хорошо обучен и организован.
5. *Правильное оборудование — не всегда самое большое.* Многие западные компании любят покупать самые большие, самые скоростные и самые современные станки из доступных на рынке. Наши старые друзья из НАС нередко горделиво заявляют, что они намерены утереть нос Toyota с помощью очередной технологической новинки. Приведенный ниже пример объясняет, почему это удастся нечасто. Toyota десятки лет успешно пользуется контрольными листками на бумажных носителях. Чтобы обойти Toyota в сфере управления знаниями, НАС создала внушительную интерактивную базу данных. Однако собранная информация оказалась бесполезной, и система, созданием которой занималась независимая «технологическая группа», практически бездействует. Это говорит о том, что электронное хранилище данных не может заменить инженеров, которые постепенно приобретают знания, создают контрольные листки, чтобы сохранить эти знания, и используют контрольные листки и накопленный опыт, чтобы должным образом выполнить свои задачи.

## Технология бережливой разработки продукции

Успех разработки продукции в автомобилестроении зависит от успешного применения сотен различных технологий. Подробный анализ этих технологий выходит за рамки данной книги, и ниже рассматриваются лишь те из

них, которые наиболее существенны для процесса разработки продукции. Наша задача — показать, как Toyota удается избежать технических просчетов, придерживаясь принципов, описанных выше. Мы сравним модели Toyota и НАС, демонстрируя их совместимость или несовместимость с принципами бережливой разработки продукции. Важно еще раз подчеркнуть, что бережливая культура Toyota позволяет компании: 1) найти подходящий инструмент, 2) без помех интегрировать его в эффективный процесс, и 3) нацелить технологии и инструменты на совершенствование разработки продукции и производства.

## Автоматизированное проектирование в Toyota

Toyota использует интегрированный комплекс средств автоматизированного проектирования на протяжении всего потока создания ценности в процессе разработки продукции. Компания начала внедрять систему автоматизированного проектирования в отделе разработки продукции и создала ряд высокоэффективных инструментов, которые облегчают работу инженеров на всех этапах разработки. Данный комплекс, получивший название V-Comm, включает САПР, программные средства для моделирования поверхностей и виртуальной сборки, многочисленные базы данных, в том числе базу данных по ноу-хау и базу данных по стандартным процессам, стандартную последовательность сборки и ряд инструментов коммуникации.

На протяжении последних десяти лет Toyota последовательно внедряет средства автоматизированного проектирования. Начав с программного обеспечения для сборки кузова автомобиля и разработки приборных панелей и штампованных деталей в 1996 году, к 1998 году компания добралась до моторного отсека и комплектующих, разрабатываемых поставщиками. В 1999 году Toyota bB или «черная коробка»<sup>\*</sup> стал первым автомобилем, при создании которого комплекс новых программных средств использовался в полном объеме.

Совсем недавно Toyota освоила систему автоматизированного проектирования CATIA V-5 и внесла значительные усовершенствования в пакет программ для виртуальной сборки, что позволяет более интенсивно использовать их на ранних стадиях процесса разработки.

---

<sup>\*</sup> Автомобиль получил название «черная коробка» (black box) потому, что эти автомобили окрашены преимущественно в черные цвета, имеют небольшие габариты и угловатую квадратную форму. — *Прим. ред.*

## Технология проектирования в Toyota

Toyota тратит немало времени, чтобы адаптировать программное обеспечение к собственным потребностям с учетом особенностей процесса и применяемых методов, и лишь после этого использует его для выполнения проектов по разработке продукции. К примеру, в компании считают чрезвычайно важным, чтобы программное обеспечение позволяло осуществлять проектирование детали с учетом ее рабочей зоны и предусматривало нужный обзор окружающего пространства в соответствии с потребностями создания сложного продукта. Преимущества такой технологии очевидны, поскольку, как отмечалось в главе 5, одна из важнейших составляющих процесса проектирования в Toyota — это решение проблем интеграции и совместимости систем до завершения разработки. При необходимости инженер может ознакомиться с различными вариантами конструкции детали и получить представление о конфигурации смежных деталей, выбирая интересующую его рабочую зону с помощью команды «показать все детали на заданном расстоянии от исходной». Выбрав соответствующий идентификационный код в ведомости материалов, инженер может оценить альтернативные комплексы характеристик и т.п. Все это помогает сократить количество запоздалых технических изменений. И заводы-изготовители, и дилеры используют единые идентификационные коды, что способствует интеграции и упрощает коммуникацию в рамках предприятия в целом.

Кроме того, САПР в Toyota способствует соблюдению четвертого принципа LPDS: «применение жесткой стандартизации для снижения вариации». Создавая модели деталей с помощью САПР, инженеры Toyota могут без труда изменять стандартные модули в соответствии с новыми конструктивными параметрами согласно заданным правилам проектирования. Так, дуга крыши кузова (roof bow), от которой зависит его жесткость, определяется с помощью аналитического моделирования опрокидывания автомобиля. Если при разработке нового дизайнерского решения автомобиля форма крыши меняется, инженеры могут изменить дугу, сохранив важнейшие пропорции кузова.

Инженеры используют данные функции программного обеспечения и при разработке штампов и технологической оснастки, изменяя стандартные детали инструментов с учетом новых конструктивных требований. Это ускоряет разработку продукции и инструмента, повышает эксплуатационную надежность и способствует соблюдению еще одного важного принципа дао Toyota — многократно использовать единые компоненты и обеспечивать тесную интеграцию проектирования и производства.

Последняя важная особенность САПР в Toyota — система извещений об изменениях. Если изменения, внесенные одним инженером, отражаются на конструкции, разработанной другим инженером (неважно, идет ли речь о продукции или производстве), сопряженные детали также корректируются. Внесенные изменения — им присваивается особый код — выделяются цветом, чтобы разработчик сопряженной детали знал, что внесенные изменения отразились на его работе. Оперативно проанализировав новую информацию, он может связаться со своим коллегой, если увидит, что тот допустил просчет. На практике это способствует соблюдению третьего принципа LDPS, поскольку выровненный поток требует бесперебойного взаимодействия функциональных подразделений, которое помогает значительно снизить объем переделок и доработок. Кроме того, это позволяет разработчикам взаимодействовать в режиме реального времени и синхронизирует параллельное проектирование.

### **Виртуальное производство и цифровая визуализация в NAC**

В полной мере оценить достоинства подхода Toyota, нацеленного на интеграцию технологии, людей и процесса, можно, сравнив его с подходом NAC к виртуальному производству и цифровой визуализации. Эти инструменты, предназначенные для проверки расчетных параметров новых и модифицированных конструкций, позволяют суммировать допуски для проверки зазоров и посадок и оценивать удобство сборки и продолжительность производственного цикла.

NAC использует эту технологию для виртуальной сборки автомобиля после выпуска конструкторской документации, чтобы проверить точность и полноту расчетов. Виртуальная сборка проводится в большом помещении, где несколько дней подряд собираются специалисты разного профиля, чтобы проанализировать выявленные проблемы. Серия собраний завершается итоговой проверкой, которую проводит высшее руководство. К сожалению, эти мероприятия изначально приурочены к слишком поздним этапам процесса разработки и целиком и полностью контролируются изолированными группами специалистов. В результате инженеры воспринимают «виртуальное производство» скорее как дополнительный инструмент контроля, нежели как средство выявления проблем. Хотя данная технология позволяет выявлять проблемы, нередко это происходит слишком поздно, и оптимизировать конструкцию можно лишь частично. Инженеры не воспринимают данный инструмент как средство обучения и совершенствования конструкции, считая, что он лишь повышает их уязвимость, — ведь из-за него они подвергаются критике за допущенные ошибки.



Toyota использует эту технологию в начале процесса, чтобы выявить проблемы на ранних стадиях разработки. Важно подчеркнуть, что проблемы выявляют инженеры, а не компьютерная программа. Программное обеспечение — это лишь инструмент, генерирующий изображение объектов, который помогает знающим, опытным инженерам находить и решать проблемы. В Toyota использование таких инструментов сочетается с высоким профессионализмом и безупречно отлаженным процессом решения задач, что помогает компании соблюдать второй принцип LPDS: *обеспечить правильный старт процесса разработки, чтобы на ранней стадии проектирования досконально изучить альтернативные варианты.*

### **Виртуальная сборка в Toyota**

С начала 1990 годов Toyota использует виртуальную сборку (DA, Digital Assembly), начиная с самых ранних стадий разработки — этапа кенто. Осуществляя сканирование поверхности на ранних стадиях процесса и используя стандартизированные проектные данные, единые компоненты и моделирование производственных операций, Toyota оценивает зазоры, качество подгонки деталей кузова, эргономичность, сборку, время циклов, планировку рабочих мест, отделку технологической оснастки, принципы крепления, а также качество внутренней и наружной отделки автомобиля. Трехмерные изображения ячеек, рабочих мест, прессов и т.п. точно соответствуют фактическим параметрам цеха и учитывают все расстояния и препятствия, которые приходится преодолевать производственным рабочим. Помимо прочего виртуальная сборка в Toyota позволяет инженерам:

- всесторонне изучить процесс сборки автомобиля и выявить потенциальные проблемы задолго до завершения разработки. Оценить альтернативные варианты суммирования допусков и обеспечить идеальное конструктивное соответствие деталей с помощью специальных подпрограмм;
- определить, как изменения конструкции скажутся на эргономичности сборки автомобиля. Осуществляя виртуальную сборку совместно с пилотной командой сборочного завода (рабочих с почасовой оплатой, которые в течение двух лет работают над запуском нового автомобиля в производство) на этапе кенто, инженеры решают существующие и потенциальные проблемы, связанные с человеческим фактором. Так выявляется самый безопасный и эффективный метод сборки;
- досконально изучить производственные процессы, такие как штамповка или сварка, используя данные о новом продукте. Технологи могут

оценить доступность зон сварки и время цикла и продумать планировку рабочей зоны сборочного цеха. Эта работа выполняется параллельно с разработкой продукции;

- оптимизировать конструкцию технологической оснастки, выявляя зоны упругой деформации деталей и оценивая удобство доступа с помощью специальной подпрограммы для технологической подготовки производства.

В прошлом Toyota имела возможность изучить многие из этих вопросов лишь после изготовления первого опытного образца, а это, как считали в компании, слишком поздно, поскольку внесение изменений на этом этапе обходится очень дорого и вызывает сбой в процессе. Виртуальная сборка позволяет разработать контрмеры, устраняющие причины потенциальных проблем, задолго до изготовления опытного образца. Обычно это дает возможность сократить количество опытных образцов (а иногда и не изготавливать их вовсе) и повысить качество продукции, сэкономив время и деньги. Это в свою очередь не только ускоряет запуск продукции в производство, но и помогает обеспечить точное соответствие конструктивных требований условиям конкретного завода-изготовителя.

Вооружая инженеров данной технологией, которая доступна как разработчикам, так и технологам, Toyota соблюдает свои принципы отношения к людям. Доступность данных о текущем состоянии разработки и производства позволяет отделу организации производства подключиться к работе на самых ранних стадиях процесса. Инженеры проверяют последовательность производственных операций, оценивают продолжительность их выполнения, сравнивая ее с временем такта, и оптимизируют производственные операции с помощью виртуального моделирования. Все это говорит о том, что с самого начала потока создания ценности в процессе разработки ориентиром для данной технологии служит бережливое производство, а значит, *она изначально способствует формированию бережливого мышления.*

В главе 6 мы говорили о силе стандартизации, благодаря которой Toyota собирает восемь видов кузова на одной производственной линии, используя универсальные платформы для разных кузовов. Это избавляет ее от необходимости изготавливать и складировать дорогостоящие платформы для каждого вида кузова и менять их при переходе с одной модели на другую. Инструменты виртуального моделирования помогают использовать эту возможность при разработке новых автомобилей. Электронный обмен информацией в масштабах предприятия дает возможность проводить виртуальные совещания специалистов разных функциональных подразделений

для обсуждения расчетных данных конкретных деталей и оптимизации процессов с учетом реальных условий производства. Изучая процесс и статистические данные по качеству и другим показателям, инженеры совершенствуют производственные процессы и оптимизируют конструкцию применительно к самым разным аспектам производства, включая работу кузовного цеха, окончательную сборку, покраску автомобиля, перемещение материалов и поступление комплектующих от поставщиков.

Используя данную технологию с самых ранних стадий процесса, Toyota следует второму принципу LPDS, который требует обеспечить правильный старт процесса разработки. Благодаря этому виртуальная сборка органично сочетается с прочими технологиями, которые применяют инженеры. При этом виртуальная сборка имеет огромное значение для поэтапной оценки проекта. Таким образом, виртуальная сборка не только упрощает обмен информацией между инженерами, но и способствует интеграции проектной команды в целом и ее подгрупп.

### **Анализ методом конечных элементов в NAC и в Toyota**

Анализ формуемости методом конечных элементов (Finite Element Analysis, FEA) — чрезвычайно важный инструмент проверки структурных свойств материала. Компании используют FEA при разработке штампов для изготовления панелей кузова, чтобы оценить формуемость металла и эффективность вытяжного штампа. Вытяжные штампы (наряду с вырубными) имеют самое широкое применение при формовке листового металла, а операции штамповки весьма важны для производственного процесса в целом. В связи с этим огромное значение приобретает процесс создания штампов. Программное обеспечение для анализа формуемости методом конечных элементов помогает оценить механические напряжения, деформацию, сжатие, истончение и разрушение в процессе формования.

Визуальное моделирование позволяет пользователю увидеть, на каком этапе появляется дефект, и понаблюдать за подачей материала в процессе обработки металла. Позднее можно воссоздать соответствующие условия в процессе отладки штампов. Принимая во внимание результаты анализа формуемости методом конечных элементов, инженеры могут изменить конструкцию детали или вытяжного штампа, чтобы оптимизировать процесс до изготовления штампов.

Хотя анализ формуемости методом конечных элементов — весьма мощный инструмент, его потенциал реализован в NAC не в полной мере. Несмотря на то что FEA используется в 100% случаев, до сих пор нередки случаи разрушения заготовок при отладке штампов. Отчасти это объясняется тем,

что NAC не стандартизирует входные данные, которые обрабатываются с помощью программных средств. К тому же в компании прилагается недостаточно усилий для изучения значимости корреляции между данными FEA и фактической отладкой штампов. Надо отдать должное NAC, которая работает над обеими проблемами, стремясь сделать данный инструмент более эффективным. Поскольку в NAC отсутствует жесткая стандартизация процесса и конструкции, инженеры, которые занимаются разработкой штампов, применяют FEA для тестирования неунифицированных процессов и деталей, и такое использование дает определенные результаты. Более того, любое усовершенствование данного метода, которое повышает его эффективность, благотворно сказывается на технологиях NAC.

Toyota тоже проводит анализ формуемости методом конечных элементов, но в куда более ограниченных масштабах, чем NAC. Здесь с помощью FEA тестируется менее трети деталей. Toyota использует этот метод главным образом применительно к нестандартным деталям, это дополнительная операция, которая выполняется лишь в случае крайней необходимости, поскольку проведение анализа требует времени. Благодаря жесткой стандартизации процесса и общей компоновки в Toyota редко возникает необходимость оценивать формуемость с помощью FEA. Его применение для тестирования стандартных деталей будет просто потерей времени. Но даже в этих условиях Toyota уделяет самое пристальное внимание стандартизации входных данных для FEA и разработке подробных контрольных листов по настройке программного обеспечения и интерпретации результатов.

## **Инструменты, используемые при разработке технологий и изготовлении оборудования**

Люди часто рассматривают процесс разработки через призму его влияния на производство. Действительно, любой процесс разработки продукции тесно связан с производством. Интеграция разработки продукции и технологического процесса имеет решающее значение для продолжительности цикла. Именно от уровня интеграции зависит, что будет получено на выходе — отлаженные процессы с непродолжительным циклом, которые дают нужный результат с первого захода, или длительный цикл, отягощенный бесконечными конструктивными доработками на этапе запуска в производство. Кларк и Фудзимото (Clark and Fujimoto, 1991)\* считают, что высокий

\* Kim B. Clark and Takahiro Fujimoto, *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Boston: Harvard Business School Press, 1991.

уровень инженеров-производственников и технологов является определяющим фактором непревзойденного качества разработки продукции. Многое зависит от того, как используются инструменты и технологии подготовки производства на ранних стадиях разработки продукции. Это наглядно показывает сравнительный анализ использования таких инструментов и технологий в Toyota и NAC при разработке технологии, станочной обработке, сборке и отладке оборудования.

### **Контрольные листки и инструменты стандартизации в Toyota и NAC**

На страницах этой книги неоднократно подчеркивалась важность применения контрольных листов по проектированию при разработке продукции и в ходе организации производства. В Toyota контрольные листки используются также при разработке технологии и изготовлении инструмента. Фактически в системе разработки продукции Toyota есть контрольные листки для всех деталей и операций. Все листки включены в базу данных по ноу-хау, которая обновляется специалистами функциональных подразделений при выполнении каждого проекта на этапе подготовки производства. Как отмечалось выше, такой подход распространяется даже на инструменты и средства программного обеспечения (FEA), и само собой, контрольные листки используются на всех этапах разработки, подготовки и отладки штампов. В NAC инструменты стандартизации и контрольные листки начали использовать лишь недавно (пытаясь учиться у Toyota), и пока их применяют лишь участники пилотных проектов. Чтобы создать систему бережливой разработки продукции, NAC придется должным образом освоить эти инструменты и применять их повсеместно.

### **Создание трехмерных твердотельных моделей при разработке штампов в NAC и в Toyota**

NAC понимает важность трехмерного моделирования при разработке штампов и располагает техническими возможностями для создания твердотельных моделей. Однако компания лишь недавно стала применять этот метод при разработке всех штампов. NAC начала применять трехмерное твердотельное моделирование при создании штампов с 2001 года, но внедрение нового метода шло медленно. Разработкой штампов для NAC занимались исключительно поставщики, которым не хотелось делать крупные капиталовложения в новую технологию, что мешало NAC перейти к созданию твердотельных моделей при разработке штампов. Была и другая проблема — NAC настаи-

вала, чтобы поставщики использовали для разработки штампов собственное программное обеспечение и разрабатывали вспомогательные приложения, а не покупали готовые программные средства.

Toyota использует твердотельное моделирование при разработке конструкции всех штампов с конца 1990-х годов. В свое время она очень энергично взялась за освоение этой технологии, понимая, что она ощутимо повысит эффективность разработки штампов и последующих операций. По своему обыкновению Toyota работала в тесном контакте с компанией-разработчиком ПО, адаптируя пакет программ к внутренним техническим требованиям. Это сотрудничество оказалось взаимовыгодным, поскольку в итоге поставщику ПО удалось повысить качество обслуживания прочих клиентов. Уровень проектирования и изготовления штампов в самой Toyota к тому времени был достаточно высок, и у компании не было нужды убеждать сторонних исполнителей, которые занимались разработкой штампов, в необходимости использовать новую технологию.

Преимущества трехмерного твердотельного моделирования очевидны. В сочетании со стандартизированными производственными процессами Toyota эта технология становится мощным инструментом синхронизации работы функциональных подразделений и позволяет осуществлять параллельное проектирование без последующих переделок и доработок. Имея доступ к библиотеке стандартизированных компонентов, разработчики штампов могут выбрать подходящий компонент, готовый к использованию, до того как будет принято окончательное решение о конструкции изделия. Система трехмерного моделирования штампов не требует преобразования проектных данных, а значит, позволяет избежать потерь информации, связанных с таким преобразованием.

Используя твердотельные модели, проектная группа может проверить зазоры и функциональные возможности штампа и отрегулировать автоматiku. Инженеры осуществляют моделирование процесса штамповки, перемещения деталей и удаления отходов и выполняют анализ литейных напряжений. Моделирование в сочетании с контрольными листками и стандартами Toyota устраняет необходимость множества традиционных проверок и сокращает объем доработок, привычных для NAC. Все это позволяет Toyota повысить качество проектирования штампов. Моделирование дает возможность не только оценить эксплуатационные качества штампов, но и усовершенствовать процесс их изготовления. Toyota осуществляет моделирование операций станочной обработки штампов, создает подробные ведомости материалов для их изготовления и разрабатывает стандартизованную последовательность сборки. Это в свою очередь создает условия для бережливого производства штампов, о котором пойдет речь далее. Другое

важное преимущество трехмерного твердотельного моделирования состоит в том, что оно ускоряет изготовление моделей для отливки, важный этап процесса изготовления штампов в Toyota.

### **Изготовление моделей в NAC и ускоренное изготовление моделей в Toyota**

Для отливки штампов используются модели из вспененного материала. Значительную часть процесса изготовления моделей в NAC составляет ручной труд. Обработка модели на 60–70% выполняется на станке, после чего она дорабатывается вручную в соответствии с конфигурацией формообразующей поверхности штампа (зависит от типа штампа/детали), разработанной конструкторами. Качество обработки поверхности таких моделей, как правило, слишком низкое, чтобы использовать их для литья, поэтому здесь тоже требуется доводка вручную.

В Toyota трехмерное твердотельное моделирование штампов позволило ускорить изготовление моделей за счет автоматизации процесса. Toyota осуществляет моделирование с помощью программного пакета CADSEUS. Он выполняет послойную разбивку трехмерной модели, что дает возможность на 95% изготавливать модель из вспененного материала с помощью станочной обработки. Из вспененного материала вырезаются три-четыре прямоугольных пластины заданного размера, которым с помощью станочной обработки придается нужная форма. Затем пластины склеивают и получают готовую модель штампа. Такой автоматизированный процесс ускоряет изготовление моделей в четыре раза и не требует привлечения высокооплачиваемых квалифицированных рабочих, которые обрабатывают модель вручную, без чего не обходится традиционная технология изготовления моделей, применяемая в NAC.

### **Станочная обработка штампов в Toyota и в NAC**

NAC вложила значительные средства в приобретение нескольких больших обрабатывающих центров с ЧПУ типа CNC. На этих станках можно обрабатывать детали штампов размером до 4000 × 2500 мм со скоростью подачи заготовки 250 дюймов (635 см) в минуту. За счет высокой скорости подачи заготовки NAC смогла снизить шаг подачи до 0,5 мм и благодаря этому сократить объем ручных операций при изготовлении штампов для внутренних деталей, не требующих высокого класса чистоты обработки.

Однако NAC не внесла существенных корректив в технологию станочной обработки штампов, и качество изготавливаемых штампов не изменилось.

С точки зрения бережливого производства сокращение цикла одних операций при неизменной продолжительности других приводит к тому, что операции с более длительным циклом становятся узким местом. Поэтому использование станков с ЧПУ не позволило ощутимо повысить производительность или сократить время выполнения заказа. К тому же NAC имеет гораздо меньше (около дюжины) станков с ЧПУ типа CNC, чем Toyota. Это крупногабаритные станки, на которых обрабатывается огромное количество штампов, порой значительно превышающее реальные потребности. Таким образом, компания занимается перепроизводством. И наконец, на станочную обработку приходится всего 60% общего объема работ по изготовлению модели, а остальная работа выполняется вручную, и ее результаты во многом зависят от конкретного работника.

Toyota тоже вложила немало средств в станки с ЧПУ типа CNC, однако она закупила множество разных станков, поскольку штампы для большинства деталей можно делать на небольших станках. Ведущее предприятие Toyota по изготовлению инструментов и штампов имеет примерно в два раза больше станков с ЧПУ типа CNC, чем NAC. Эти станки сгруппированы в поточные линии в соответствии с видом штампов от А до Е. Как и следовало ожидать, Toyota, будучи бережливым предприятием, объединила однотипные детали в семейства и создала несколько поточных линий, каждая из которых специализируется на штампах определенного размера. Это позволило значительно снизить время выполнения заказа и повысить общую производительность. При этом при изготовлении конкретного штампа стараются использовать станки с возможно меньшими габаритами.

В основном Toyota использует высокоскоростные фрезерные станки с шагом подачи ниже 0,2 мм, поэтому даже при обработке поверхностей, требующих высокого класса чистовой обработки, почти не требуется доводка вручную (даже на радиусах). Кроме того, Toyota разработала и запатентовала множество специальных обрабатывающих инструментов и резцов, которые позволяют значительно повысить точность изготовления направляющих элементов (колонок и втулок) штампов. В Toyota стандартизированные операции прецизионной обработки составляют более 85% процесса изготовления штампов. Объем ручной работы сводится к минимуму.

Кроме того, Toyota уделяет огромное внимание режиму прецизионной обработки. Операции станочной обработки каждой детали каждого штампа расписаны по часам. Для визуального контроля процесса рядом со станками установлены доски с графиком работы. Оператор записывает фактическое время работы, и эти данные ежедневно проверяются руководством во время обходов завода. Необходимые инструменты, заготовки деталей и данные о траектории движения инструмента поступают на



рабочие места точно вовремя, что увеличивает время реальной работы эксплуатации станка.

Высокая точность изготовления деталей штампов в Toyota значительно ускоряет сборку штампов, их установку на пресс и последующую отладку. Кроме того, высокая точность изготовления обеспечивает стабильность эксплуатационных характеристик штампов. Уровень вариации при наладке однотипных штампов значительно ниже, чем при смене штампов (Hammett et al., 1999). В Toyota считают, что высокая точность обработки (малые допуски) упрощает смену штампов на прессе. Это способствует ускорению переналадки при выполнении операций штамповки и чрезвычайно важно для любой системы бережливой разработки продукции.

Сборка штампов в Toyota осуществляется в ячейках. Прецизионная обработка, стандартизированная сборка штампов и принципы бережливого производства в совокупности способствуют высокой эффективности сборки штампов в специализированных ячейках, сгруппированных в соответствии с категорией штампов (от А до Е). В ячейках, которые не всегда имеют U-образную планировку, есть все оборудование и материалы, необходимые для выполнения стандартизированной работы в течение времени, отведенного на соответствующую операцию. Материалы и детали, прошедшие станочную обработку, подаются в соответствующую ячейку по принципу точно вовремя. Детальный анализ сборочных операций позволил значительно сократить продолжительность сборки штампов за счет стандартизированной работы. Стандартизированная работа и инспектирование на рабочем месте осуществляются с помощью контрольных листов. Доски для визуального контроля процесса показывают ход сборки штампов относительно времени такта, а в случае сбоя оператор подает сигнал андон, чтобы получить помощь и вернуться в ритм графика.

## **Прессы для отладки штампов в NAC и в Toyota**

Поскольку обычно штампы NAC требуют довольно длительной отладки, в компании в основном используются огромные, мощные штамповочные прессы, оснащенные выдвижными плитами, которые дают возможность осуществлять шлифовку вне рабочей зоны прессы и быстро возвращать штампы на прежнее место. Toyota тратит на отладку значительно меньше времени и использует по большей части вырубные прессы. Они не так дороги, как штамповочные прессы, и нужны лишь для того, чтобы проверить базовую функциональность штампов. Планировка оборудования в Toyota позволяет без труда перемещать штампы с прессы для предварительной отладки на штамповочный пресс, где изготавливается опытная партия из

сорока деталей. С помощью выдвижных плит штампы снимаются с пресса для предварительной отладки и помещаются на специальный поворотный механизм, который подает их на штамповочный пресс. Любые дополнительные перемещения осуществляются с помощью мостового крана. Это основа быстрой переналадки штампов, позволяющая эффективно использовать пресс для отладки.

### **Сборка без подгонки в НАС и функциональная сборка в Toyota**

Одним из основных инструментов выявления и решения проблем, касающихся отдельных деталей, технологической оснастки и сборки кузова автомобиля является функциональная сборка кузова или «отверточная» сборка. Это системный подход к анализу всех деталей и узлов кузова, который предполагает внесение корректив, необходимых для окончательной подгонки деталей кузова. Первоначально при такой сборке детали действительно скреплялись болтами (впоследствии их стали соединять заклепками), после чего «кузов на болтах» оценивался проектными командами. Позднее в Toyota переключились на виртуальную сборку трехмерных моделей «изготовленных» деталей. Так или иначе, философия остается прежней: принятие решений в сложных условиях определяется системным подходом к ценности, предоставляемой потребителю (Hammett et al., 1999; Ward et al., 1995b). Чтобы заблаговременно выявить проблемы, связанные с подгонкой деталей, инженеры выполняют предварительную функциональную сборку деталей опытного образца. Пробная сборка помогает эффективному принятию решений и обучению при проектировании кузова. Осуществление этого сложного процесса требует от инженеров обширных знаний и опыта, а центральную роль в формировании комплекса необходимых навыков играет наставничество.

Когда инженеров, не работающих в Toyota, знакомят с этим процессом, они часто спрашивают, на каком основании выносится решение о допустимости отклонений от номинальных размеров. Свобода действий, предоставленная инженерам Toyota при принятии таких решений, потрясает их до глубины души. Однако глава 9 свидетельствует о том, что инженеры Toyota заслужили это право, — все они прошли основательную подготовку, позволившую им получить необходимые знания и опыт.

Не следует забывать, что Toyota — это компания, которая постоянно меняется. Процесс функциональной сборки был важнейшей составляющей методики проектирования кузова. Компания понимала, что штамповка — это скорее искусство, чем наука, и получить штампованные детали, размеры которых точно соответствуют номинальным размерам в

базе данных САПР, невозможно. Чтобы добиться полного соответствия номиналу, требовалась шлифовка штампа, а это дорогостоящая и трудоемкая операция. В настоящее время Toyota изменила свою философию и стремится попасть в номинал без дополнительной шлифовки. Инженеры Toyota уверены, что с помощью новых технологий моделирования им удастся приблизиться к номиналу гораздо ближе, чем в прошлом, когда они только начали применять пробную сборку. В условиях глобализации, разнообразия производственного оборудования, использования единых платформ, общей компоновки и одинаковых комплектующих при создании разных автомобилей важность соответствия деталей и инструментов номиналу возросла. Теперь многие конкуренты Toyota добились таких успехов в освоении функциональной сборки, что могли бы потягаться с Toyota, однако та уже успела уйти вперед.

Хотя NAC тоже экспериментировала с пробной сборкой, она придерживается иной философии, считая, что сборка — это соединение деталей с заданными размерами для получения кузова автомобиля с заданными размерами. Руководствуясь этим принципом, NAC придает первостепенное значение соблюдению унифицированных допусков при штамповке деталей, причем допуски рассчитываются для жестких конструкций, изготовленных с помощью станочной обработки. Инженеры-разработчики и технологи, отвечающие за процесс сборки в NAC, строго следят за соблюдением требований к размерам и допускам, порой игнорируя реалии процесса разработки штампов. В действительности при листовой штамповке невозможно соблюсти те же допуски, что и при изготовлении деталей методом станочной обработки. Стремление добиться невозможного ведет к повышению затрат на доводку штампов, увеличивает продолжительность их отладки и время выполнения заказов при проектировании и порождает проблемы при запуске продукции в производство.

Процесс пробной сборки в Toyota нацелен на выявление геометрических характеристик, значимых для сборки и отделки автомобиля и его эксплуатационных качеств. Многие допуски уже не играют особой роли, когда автомобиль собран. К примеру, при соединении менее прочной и массивной детали с более прочной и массивной деталью точность конфигурации будет обеспечена за счет адаптации формы первой детали. Тратить массу времени на отладку штампов, предназначенных для изготовления деталей относительно малой толщины, бессмысленно, поскольку когда такая деталь станет частью узла, ее форма будет автоматически подогнана к детали, выполненной из более толстого листа. К тому же при реализации типового проекта такая отладка требует крупных затрат. Примерно 20% затрат на создание штампов составляют затраты на их доводку, что в денежном выражении

может превышать \$20 млн. Значительная часть этих средств тратится на то, чтобы добиться получения номинальных размеров, а в итоге 80–90% затрат на доводку штампов позволяет решить 10–20% проблем, связанных с размерами деталей (Hammett, Wahl, and Baron, 1999).

Пробная сборка позволяет повысить качество конечного продукта, расширяя пределы допусков и экономя время и деньги (Hammett, Wahl, and Baron, 1999). Она дает возможность сосредоточиться на системной оптимизации и повысить качество автомобиля в целом. Если при отладке производственной линии в Toyota параметры какой-либо детали не соответствуют спецификации, эти проблемы зачастую решаются на последующих процессах или за счет изменения одной из сопрягаемых деталей (какой именно определяется, исходя из соображений удобства и целесообразности). Занимаясь пробной сборкой, Toyota не переставала учиться. Она усовершенствовала конструкцию штампов и моделирование поверхностей, научилась прогнозировать упругое последствие и обеспечивать высокую точность изготовления штампов. В итоге она постепенно отказывается от пробной сборки и переключается на изготовление деталей, размеры которых соответствуют номинальным. NAC пока не обладает подобным потенциалом, поэтому ей по-прежнему может пойти на пользу применение пробной сборки, которая требует изменения культуры работы инженеров.

### *Бесконтактные объемные измерения*

Оптическое сканирование — одно из технологических достижений, которое позволило Toyota перейти к виртуальной пробной сборке. Используя результаты сканирования деталей, которые изготавливаются на разных площадках, Toyota создает их трехмерные цифровые модели. Это дает возможность выполнить виртуальную сборку до того, как детали поступят на сборочный завод. Инженеры используют эту технологию и для измерения деталей между отдельными технологическими операциями, чтобы быстро выявлять источники вариабельности в производственном процессе. Toyota использует эту технологию не только на производстве, но и в процессе проектирования.

На протяжении всего процесса проектирования кузова требуется проверять функциональные характеристики, размеры и технологичность сборки деталей. Для этого используется технологическая оснастка, часто весьма дорогая, — например, одно крупное контрольное приспособление в NAC стоит \$250 000. NAC тратит огромное количество энергии и ресурсов на создание сложных контрольных приспособлений. Хотя это резко увеличивает объемы поступающей информации, зато группы проверки качества постоянно заняты, анализируя результаты бесконечных измерений.

Самые крупные контрольные приспособления в Toyota обходятся в пять раз дешевле, чем соответствующее оборудование NAC, и предоставляют больше полезной информации. Toyota уделяет основное внимание не инспектированию качества деталей, а контролю процесса и наблюдению за выполнением отдельных операций с помощью бесконтактных трехкоординатных измерений. Данная технология дает возможность выполнить относительные измерения полных поверхностей, вместо того чтобы создавать сложные зажимные приспособления или выполнять независимые точечные измерения, которые так любят специалисты по контролю качества в NAC. По существу, технология бесконтактных трехкоординатных измерений позволяет получить объемное изображение детали, перенести его в среду САПР и сравнить изготовленную деталь с исходными геометрическими параметрами конструкции. Инженеры или операторы сразу видят любое расхождение в размерах. Такое сравнение обеспечивает полный контроль поверхности и дает для диагностики процесса куда больше, чем изолированные точечные измерения. Бесконтактные измерительные системы предоставляют более точные данные и быстрее, чем при помощи точечного измерения и лазерных технологий (Hammett, Frescoln and Garcia-Guzman, 2003).

## **Освоить технологию, чтобы облегчить процесс**

Приведенные примеры показывают, что NAC и Toyota относятся к технологии по-разному. NAC уделяет основное внимание технологии как таковой, тогда как Toyota в первую очередь интересуется процессом. Раздумывая над новой технологией, специалисты NAC спрашивают: «Что даст эта технология нашему процессу? Окупится ли она? Как извлечь из нее максимальную выгоду, вложив как можно меньше средств?» Нередко после закупки технологии приходится вносить изменения в существующий процесс, чтобы наилучшим образом использовать новое приобретение. На первый взгляд это вполне логично, однако в системе бережливой разработки продукции такой подход неприемлем. Бережливое мышление требует начать с сокращения потерь в процессе, затем изыскать возможности применения технологии для поддержки существующего процесса разработки продукции и четко сформулировать требования, которым должна удовлетворять новая технология. И наконец, при необходимости вы приводите технологию в соответствие с особенностями процесса совместно с поставщиком программного обеспечения. *Процесс бережливой разработки продукции предполагает, что не технология стимулирует изменение процесса, а процесс определяет выбор*

*технологии, способной повысить его эффективность.* Бережливая организация понимает, что ее основная задача — неустанно работать над совершенствованием процесса, а технология — это всего лишь катализатор или вспомогательный инструмент.

В условиях производства (например, при изготовлении штампов) НАС вкладывает средства в небольшое количество дорогих, мощных обрабатывающих центров, что ведет к обработке продукции партиями, несогласованности отдельных операций и появлению узких мест. Toyota, в отличие от НАС, придерживается концепции потока единичных изделий, группирует детали в семейства и создает поточные линии. Благодаря такому подходу ей удастся добиться согласованного выполнения отдельных операций, повысить производительность и снизить время выполнения заказа.

Идет ли речь о создании трехмерных твердотельных моделей, анализе методом конечных элементов или пробной сборке, НАС видит в технологии решение всех проблем. Как ни странно, такое преклонение перед технологией снижает ее эффективность. Очень часто впоследствии инженеров обвиняют в том, что технология используется неправильно. Одиннадцатый принцип LDPS, *адаптировать технологию к потребностям людей и процесса*, предлагает более действенный подход — взглянуть на технологию с точки зрения прагматика и реалиста, воспринимая ее как средство оптимизации, а не как универсальное решение всех проблем. Именно поэтому бережливые предприятия берут на вооружение менее дорогие и более эффективные технологии.

### **Резюме принципа 11**

#### ***Адаптировать технологию к потребностям людей и процесса***

Рекомендации, данные ниже, помогут вам сделать технологию катализатором процесса разработки продукции.

1. Прежде чем использовать новую технологию, позаботьтесь о ее совместимости с существующими технологиями и системой бережливой разработки продукции.
2. Технология должна поддерживать процесс бережливой разработки продукции, а не наоборот.
3. Технология должна расширять возможности людей, а не заменять их.

4. Не ищите универсальное средство повышения эффективности разработки продукции, здесь нет коротких путей. Чтобы создать высокоэффективную систему разработки продукции, вам придется потратить немало сил.

Не забывайте, что любой из ваших конкурентов может купить или разработать ту же самую технологию, что и вы. Вы сможете извлечь из нее максимум лишь в том случае, если она станет интегральной частью вашей системы, обеспечит оптимизацию ваших процессов и будет способствовать непрерывному совершенствованию, — ведь за результат по-прежнему отвечают люди.





## Координировать работу организации с помощью простых средств визуальной коммуникации

В бизнесе следует избавляться от лишней информации. Toyota добивается этого, делая носителем информации изготавливаемую продукцию.

*Тайити Оно*

Многие проблемы, с которыми компании сталкивались в «недобрые старые времена» до появления параллельного проектирования, возникали в результате обособления функциональных подразделений. Специалисты функционального подразделения обменивались информацией с руководством и между собой, но межфункциональная коммуникация была налажена плохо. Спросите сегодня любого инженера, важна ли коммуникация для эффективной разработки продукции, и он бросит на вас изумленный взгляд — ответ очевиден, ведь разработка продукции — это поток информации, которая проходит через руки множества специалистов. Остановив этот поток, вы остановите разработку. Теперь инженеров учат не просовывать выполненную работу «под дверь» следующего отдела, а общаться с командами специалистов, которые отвечают за предшествующий и последующий этапы работы, то есть налаживать межфункциональную коммуникацию. Почти каждый понимает, что чем больше общения, тем лучше, и самое правильное — когда инженеры трудятся под одной крышей, что позволяет им активно обмениваться информацией.

Важность коммуникации при разработке продукции никто не ставит под сомнение. Можно ли сказать на эту тему нечто новое? Представьте себе, да. В частности, стоит отметить, что применительно к коммуникации принцип «чем больше, тем лучше» актуален далеко не всегда. И что иногда личному общению следует предпочесть письменный документ. И что не всегда объединение специалистов под одной крышей может быть полезно.

Если вас это удивляет, вспомните бесконечные собрания, посвященные параллельному проектированию. Сколько времени тратится только на то,

чтобы заставить функциональные подразделения использовать единую терминологию, и какой непродуктивной может быть пресловутая «интенсивная» коммуникация! На самом деле общение должно быть четко структурировано, чтобы специалисты могли получать правильную информацию в правильное время и с ее помощью принимать качественные решения. Люди, перегруженные информацией, часто не могут отделить важное от второстепенного. Эффективность работы снижается, время и силы растрачиваются впустую, и дела идут еще хуже, чем в «недобрые старые времена», когда чертежи «подсовывались под дверь» без каких-либо дополнительных комментариев. В данном случае нас интересует золотая середина, — подход, который позволяет избежать информационных перегрузок и в то же время эффективно донести до заинтересованных лиц нужную им информацию.

В главе 4 рассказывалось о том, как Toyota обеспечивает правильный старт процесса разработки. Сущность параллельного проектирования заключается в том, чтобы донести соображения тех, кто отвечает за более поздние этапы процесса, до остальных участников в начале процесса разработки, когда возможности выбора альтернативных вариантов максимальны. Мы уже говорили, что параллельное проектирование на базе альтернатив позволяет оценить множество потенциальных решений, чтобы затем сужать их диапазон с учетом мнения разных функциональных подразделений. Безусловно, ключевую роль здесь играет коммуникация, но она должна быть налажена так, чтобы любая записка, схема, собрание или отчет были хорошо продуманы и решали четко поставленные задачи. В этой главе дан обзор инструментов, которые помогают Toyota сделать коммуникацию в системе бережливой разработки продукции простой и ясной.

## **Концептуальный проект главного инженера как объединяющее начало**

Роль главного инженера освещалась в главе 7, в главе 3 рассказывалось, как составляется концептуальный проект, определяющий основные характеристики продукции. Концептуальный проект — строго конфиденциальный документ. Обычно его объем составляет 15–25 страниц, имеется множество таблиц, графиков и схематических чертежей. Концептуальный проект намечает курс, которого должна придерживаться команда при выполнении проекта и принятии решений. Этот документ позволяет главному инженеру объединить усилия специалистов разных функциональных подразделений и нацелить их на реализацию единой концепции.

Главный инженер создает данный документ не на пустом месте. Процесс разработки продукции в Toyota предполагает обмен идеями. Стремясь отобрать лучшие из них, главный инженер привлекает к работе над концепцией автомобиля представителей разных функциональных подразделений (плановиков, дизайнеров, снабженцев, специалистов по маркетингу и т.д.). Чтобы объединить их усилия, главный инженер проводит множество собраний, на которых нередко ведутся горячие споры. Главный инженер анализирует данные о потребителях, которые предоставляет ему отдел маркетинга. Руководствуясь принципом генти генбуцу, он лично изучает повседневную деятельность целевой аудитории. (В главе 3, к примеру, рассказывается о том, как главный инженер мини-вэна Sienna объехал все штаты США и Мексики и все провинции Канады, чтобы на собственном опыте изучить условия вождения автомобиля в Северной Америке.)

Помимо генти генбуцу, главный инженер использует немаваси, анализируя предложения и отклики множества людей и внося в общее резюме соответствующие коррективы, чтобы обеспечить консенсус. Немаваси применяется не только в Toyota (это одна из важнейших составляющих японского менеджмента), но в Toyota этот процесс играет ключевую роль при решении любых проблем. Главные инженеры Toyota любят повторять: «Моя власть основана исключительно на способности убеждать людей». Ни одно предложение не представляется на суд высшего руководства без широкого обсуждения. Поэтому на момент проведения официального собрания предложение по существу уже одобрено. Когда идея нового автомобиля оформляется, главный инженер встречается с техническими специалистами, чтобы определить, какие подсистемы могут подойти для данного автомобиля. Эта группа специалистов нередко включает представителей поставщиков, разработавших конкретные технологии (например, для изготовления сидений или системы освещения), которые могут пригодиться при создании данного автомобиля. Главный инженер отбирает нужные технологии, выясняя у специалистов, какие из них опробованы и оправданы в финансовом отношении. По завершении предварительного отбора группа главного инженера предлагает поставщикам продемонстрировать свои технологии для дальнейшей оценки. Кроме того, главный инженер консультируется с разработчиками и посещает заводы-изготовители, чтобы выслушать мнение производителей о промышленной применимости конкретных технологий и технологичности рассматриваемых дизайнерских решений. Все это гарантирует, что концептуальный проект будет практически осуществимым, так как он опирается на достоверные данные и производственные возможности. Когда документ оформлен окончательно, главный инженер раздает его членам своей группы и лидерам функциональных групп, участвующих в реализации проекта.

Такой подход к составлению и распространению концептуального проекта наглядно показывает важность четкого разграничения функций и обязанностей. Именно так можно понять, о чем нужно оповещать, а о чем нет. С точки зрения бережливого мышления коммуникация понимается так:

- если за дело отвечают все, за него не отвечает никто;
- если обязать каждого знать и понимать всё, ни у кого не будет глубоких, основательных познаний;
- если каждый получает всю информацию в полном объеме, никто не сможет сфокусироваться на информации, имеющей критическое значение для выполнения соответствующих функций и обязанностей;
- если вы обрушиваете на людей избыточную информацию, они теряют к ней интерес.

В Toyota, где идет интенсивный обмен данными между функциональными подразделениями, вся информация носит адресный характер. При оценке опытного образца автомобиля каждый инженер выступает как представитель функционального подразделения и приходит на такое мероприятие, вооружившись контрольными листками, которые позволяют проверить все критичные для данного подразделения элементы. Каждый инженер сосредоточен на собственном узле автомобиля и сопряженных компонентах. Любые рекомендации даются непосредственно инженеру, отвечающему за данный узел. Он должен обдумать проблему или предложение и высказать свои соображения (не обязательно сразу). Замечания, вопросы и рекомендации он записывает на схеме соответствующего узла автомобиля. Позднее он подготавливает плакат, на котором наглядно представлены формулировка проблемы, предлагаемые контрмеры и план действий.

## **Межфункциональное взаимодействие посредством обоев**

Когда межфункциональная коммуникация стала в Toyota нормой, поначалу обмениваться информацией помогали плановые собрания, отчеты и главный инженер. Но компания не стояла на месте. Важным шагом вперед стало создание обоев. Как рассказывалось в главе 7, главный инженер Утиямада использовал обои в процессе разработки гибридного автомобиля Prius, чтобы компенсировать недостаток личного опыта. До появления обоев главные инженеры Toyota, прежде чем принять решение, неделями обсуждали нюансы проектирования с разными специалистами, беседуя с каждым в отдельности. Утиямада обнаружил, что, несмотря на отсутствие опыта,

одно-единственное непродолжительное совещание с участием менеджеров разных функциональных подразделений позволяет ему принимать вполне обоснованные решения.

Решение Утиямада созвучно мнению сторонников параллельного проектирования, которые считают, что работа под одной крышей способствует более интенсивному обмену информацией и помогает решать проблемы на ранних стадиях процесса, до принятия решений о финансировании. Однако, как отмечалось в главе 8, применение обоя имеет ряд уникальных особенностей.

- *Инженеры не работают в одном помещении.* С главным инженером регулярно встречаются лидеры функциональных групп. Хотя каждый из них имеет рабочее место в собственном подразделении, он регулярно (нередко ежедневно) приходит в обоя для участия в длительных совещаниях, которые отличаются от обычных собраний.
- *Важнейшее условие эффективной коммуникации — визуальный менеджмент.* Инженеры вывешивают на стенах обоя и передвижных стендах информацию об отдельных узлах автомобиля. Менеджер функционального подразделения, который отвечает за разработку узла, несет ответственность и за размещение и обновление соответствующей информации. Чтобы оценить текущее состояние проекта (качество, сроки, функциональные характеристики, массу), достаточно «пройтись вдоль стен».
- *Концепция обоя развивается под влиянием цикла PDCA (планируй — делай — проверяй — действуй).* По мере реализации проекта зона сосредоточения основных усилий перемещается из проектных подразделений на предприятие, где изготавливаются опытные образцы, а затем на завод, где ведется подготовка к запуску автомобиля в производство. С учетом этих обстоятельств была создана «передвижная обоя», которая по мере реализации проекта перемещается туда, где ведется работа на данном этапе. Еще одним изменением системы обоя стало подключение к ее работе команд разработки модулей. Любые изменения системы обоя взвешиваются, анализируются, уточняются, а затем стандартизируются применительно ко всем проектам компании.

Позитивный результат создания обоя заключался не только в резком сокращении времени выполнения заказа, но и в том, что Toyota не пришлось распускать функциональные подразделения и собирать сотни инженеров в одном офисе. Система обоя обеспечивает оптимальное сочетание передовой технологии и традиционных для Toyota методов. Обоя оснащена современ-

ными САПР и проекционной техникой, что позволяет отслеживать разработку, моделирование и результаты испытаний в режиме реального времени и способствует межфункциональному сотрудничеству. При этом визуальный менеджмент с использованием бумажных носителей информации остается основой руководства проектами. Менеджеры функциональных групп отвечают за обновление информации по соответствующим направлениям работы и, рассказывая о состоянии дел на собраниях, ссылаются на схемы и графики, висящие на стенах обоя. Благодаря регулярным собраниям с участием отдельных лидеров разных функциональных групп Toyota оптимизировала функциональную структуру, ускорив процесс принятия решений.

## Инструменты координации

Любая компания, которая обеспечивает работой 500–1000 технических специалистов, занятых созданием компонентов сложной системы, и несколько сотен поставщиков, разрабатывающих и тестирующих различные комплектующие, должна располагать системой координации работы собственного персонала и звеньев цепочки поставок. *Координация означает, что согласованные действия участников процесса, каждый из которых вовремя вносит свой вклад в общее дело, ведут к достижению поставленной цели.* Решить эту задачу можно несколькими способами.

1. *Уровень отдельного работника.* Каждый человек способен действовать самостоятельно. Если технические требования сформулированы предельно ясно и специалист обладает достаточной квалификацией, чтобы сделать то, что от него требуется, в совокупности плоды труда отдельных сотрудников дадут желаемый результат. Для этого необходимо подробно сформулировать технические требования, которые не должны меняться в процессе работы.
2. *Уровень команды.* Чтобы достичь соглашения на каждом из этапов, большая команда подробно обсуждает детали на собраниях или в ходе виртуальных совещаний. Разумеется, это отнимает много времени.
3. *Уровень систем и подсистем.* Речь идет о разбивке системы на относительно автономные подсистемы. Подчиняясь четко сформулированным стандартам, команды, которые занимаются отдельными подсистемами, могут работать независимо друг от друга, обеспечивая интеграцию в рамках отдельных подсистем и соблюдая общие требования, чтобы подсистемы могли работать вместе.
4. *Горизонтальная интеграция.* В то время как отдельные индивиды и разработчики подсистем действуют порознь, «объединяющая сила»

обеспечивает согласованность работы всех составляющих системы. Лучше всего с этим справляется либо блестящий специалист по системной интеграции, под началом которого работает несколько посредников, либо целевые межфункциональные группы.

Toyota в той или иной степени использует все перечисленные методы. Главный инженер обеспечивает общую интеграцию, а команды разработки модулей — интеграцию на уровне подсистем. Четкая постановка задач, которая начинается с концептуального проекта главного инженера, стандартизация профессиональных знаний и навыков и контрольные листки помогают специалистам работать самостоятельно. Собрания нацелены в первую очередь на решение проблем интеграции. Кроме того, Toyota использует особые инструменты интеграции. Ниже мы рассмотрим некоторые из них.

### **Немаваси в Toyota**

Немаваси нельзя назвать инструментом в его традиционном понимании. Тем не менее это важнейшее средство интеграции, которое обеспечивает функционирование множества других инструментов, в частности отчетов в формате А3, о которых пойдет речь далее. В переводе с японского слово «немаваси» первоначально означало «готовиться для пересадки большого дерева». В мире бизнеса немаваси — это процесс достижения консенсуса между заинтересованными лицами до принятия официального решения. В сфере разработки продукции немаваси обычно предполагает обеспечение членов проектной команды релевантной информацией и проведение непродолжительных неформальных дискуссий, как правило технического характера, о возможных путях решения проблем проектирования и производства. Такие дискуссии часто ведутся вне официальных собраний. Последние нужны главным образом для того, чтобы проинформировать высшее руководство о рассматриваемых альтернативах и рекомендациях группы. Как правило, эта информация представляется в виде отчета формата А3 или матрицы решений.

Если проблема проектирования или производства требует радикального изменения процесса и проектных стандартов или крупных капиталовложений, используется более четкий алгоритм принятия решений. Все инженеры в начале своей карьеры обучаются процессу немаваси — как привлекать других к обсуждению проблемы и учитывать их мнения, чтобы улучшить результат и получить одобрение до формального утверждения итогового решения. Благодаря такому подходу нет нужды отстаивать свои блестящие технические решения, которые прошли стадию неформального одобрения.

## Система ринги в Toyota

Система ринги представляет собой более жесткий алгоритм, который применяется для важных решений. В процессе ринги небольшой группе опытных специалистов поручается проанализировать конкретный вопрос или проблему и дать рекомендации по ее решению. Анализ завершается созданием документа, который называется ринги-сё. В нем коротко описаны проблема, контрмеры и возможные позитивные и негативные последствия предложенного решения. Чтобы решение считалось принятым, его должны одобрить несколько менеджеров групп, которых непосредственно касается внесенное предложение. Команда поочередно встречается с менеджерами, которые ставят на документе свою личную печать, ханко, — ее имеют лишь руководители определенного уровня. Поначалу для утверждения этого документа в Toyota требовалось собрать не менее восьми ханко. Однако в 1990 году инициативная группа развернула «кампанию за три печати», требуя сократить число ханко до трех. Количество людей, отвечающих за обеспечение координации, уменьшилось, и решения стали приниматься быстрее.

При разработке продукции ринги обычно применяется в начале процесса, в период кенто или этапа изучения. Небольшим межфункциональным командам поручается в течение определенного отрезка времени (от 30 до 90 дней) проанализировать проблему, встретиться с менеджерами и ознакомить с итоговым документом все подразделения, участвующие в разработке продукции, на которых отразится принятое решение.

Ринги при разработке продукции применяется в тех случаях, когда создание нового продукта требует радикально изменить стандартный производственный процесс или когда отдел организации производства хочет опробовать новую, более эффективную, нестандартную технологию. В обоих случаях ринги-сё должны одобрить отдел разработки продукции, отдел организации производства и завод-изготовитель.

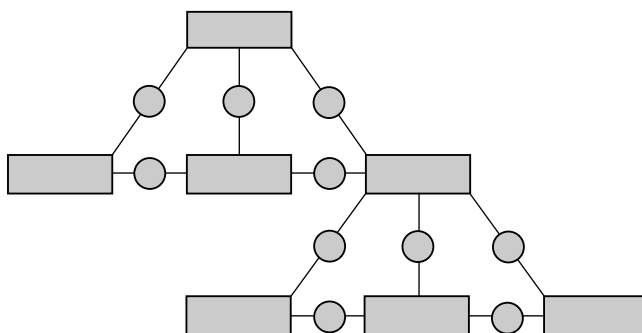
Использование ринги при разработке продукции имеет ряд преимуществ. Все заинтересованные стороны могут высказать свое мнение, группы, на которых отражается принятое решение, действуют согласованно, а само принятие решений в процессе разработки осуществляется в один прием.

Кстати, такой метод помогает найти применение нестандартным подходам. Компания придерживается принципа: пока нет веских оснований поступить иначе, следует продолжать соблюдать стандарты. В случае, если возникают идеи изменить стандарт, нужно обосновать свое решение, пройдя через процедуру ринги.



## Хосин-планирование в Toyota

Хосин-планирование (известное также как «развертывание политики») — это эффективный инструмент, который помогает нацелить организацию на решение стратегических задач и дает ей возможность быстро реагировать на изменение внешних условий. В бережливой организации хосин канри обычно применяется при составлении годового плана, чтобы увязать краткосрочные задачи с долгосрочной концепцией организации и направить усилия людей на достижение целей организации (см. рис. 14-1).



Координация работы людей с помощью хосин канри позволяет компании двигаться к основной цели и оперативно реагировать на изменение внешних условий.

(Shiba, Graham, and Walden, 1993)

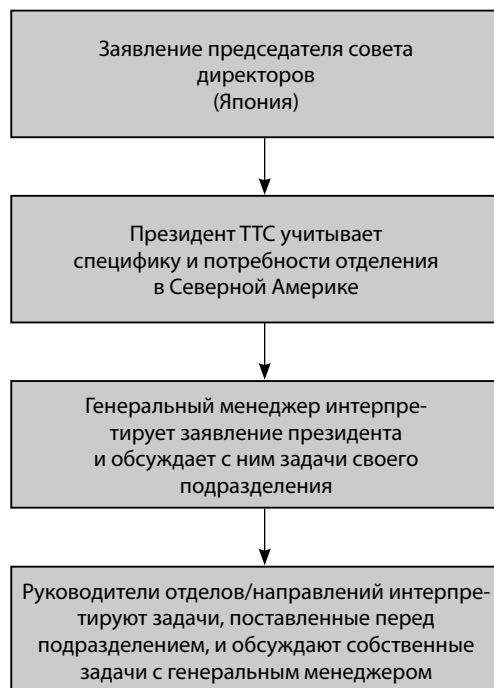
**Рис. 14-1.** Хосин канри как инструмент координации

Хосин включает шесть основных составляющих. Основная — это видение компании, т. е. чего она стремится достичь в долгосрочной перспективе, что собой представляет и чем хочет стать. Годовое хосин-планирование согласуется с ценностями компании. Кроме того, хосин учитывает ежегодные цели и средства их достижения, систему показателей для измерения прогресса и целевые значения этих показателей, сроки завершения работ и последующие мероприятия. В Toyota хосин осуществляется в четыре этапа.

1. *Стратегическое планирование.* Стратегическое планирование имеет несколько уровней. В широком смысле оно может означать разработку десятилетнего стратегического плана завоевания целевого рынка. Хосин не применяется для решения подобных задач, но может служить средством планирования комплекса краткосрочных мер, способству-

ющих достижению долгосрочных целей. Подобно другим методам стратегического планирования, хосин выявляет проблемы и возможности с учетом результативности деятельности компании и прочих условий (включая недостатки предыдущего хосин). Данные факторы принимаются во внимание при постановке тактических задач на ближайшее будущее.

2. *Развертывание хосин.* Заявление о развертывании политики должно быть реалистическим, опираться на достоверные данные и учитываться шесть основных составляющих хосин. В Техническом центре Toyota (ТТС) в Анн-Арбор и на всех предприятиях Toyota заявление президента о развертывании политики знаменует начало года. Президент ТТС излагает свою программу, основанную на заявлении председателя совета директоров компании, сотрудникам ТТС (см. рис. 14-2). После этого каждая функциональная группа должна преобразовать цели высшего уровня в измеримые цели собственного подразделения. К примеру, президент может поставить цель сократить время выполнения заказа при разработке продукции на 20% за счет использования новых методов и инструментов. Для достижения этой цели вице-президент отдела организации производства ставит перед своим подразделением задачу сократить время подготовки производства на 20% за счет использования трехмерного твердотельного моделирования и автоматизированной станочной обработки при выполнении проекта «Х». Менеджер группы разработки штампов в свою очередь намечает план действий, способствующих решению этой задачи, — обучение персонала, совместную работу с поставщиком для адаптации данной технологии к особенностям процесса Toyota и проведение пилотных испытаний новой технологии в ходе решения конкретных задач. На каждом уровне развертывание политики предполагает диалог («поймай мяч») между участниками процесса. Он позволяет обеспечить четкое понимание стратегических целей и постановку соответствующих задач на нижестоящем уровне.
3. *Контроль с помощью измеримых показателей.* Результаты и средства их достижения регулярно измеряются и анализируются по методике PDCA. В примере, приведенном выше, ТТС будет оценивать как сокращение времени выполнения заказа (результат), так и внедрение конкретных методов для достижения данного результата (средства), в частности трехмерного твердотельного моделирования и автоматизированной станочной обработки. Это позволяет определить, продвигается ли внедрение новых средств, и понять, дают ли эти средства желаемые результаты.



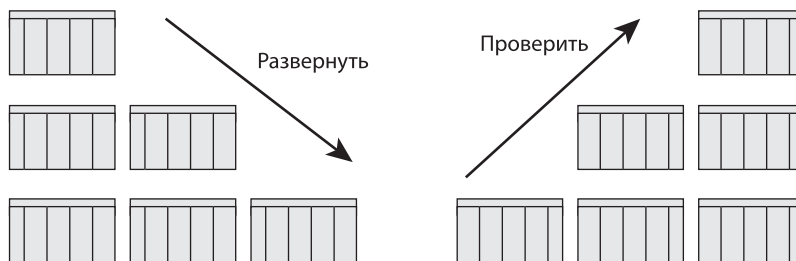
**Примечание:** Аналогичный процесс осуществляется во всех аффилированных компаниях Toyota (Toyota Auto Body и др.).

**Рис. 14-2.** Пример развертывания политики в Техническом центре Toyota (ТТС)

4. *Проверяй и воздействуй.* В течение года менеджеры измеряют показатели и вносят необходимые коррективы. Как правило, им приходится разрабатывать резервный план на тот случай, если расхождения между целью и реальностью будут слишком велики.

Для эффективного хосин чрезвычайно важно обеспечить обратную связь за счет тщательных проверок на каждом уровне (см. рис. 14-3). Руководители служб на разных уровнях должны договориться о том, какие цели в предстоящем году будут приоритетными, и как будет измеряться их достижение. Впоследствии начальник группы регулярно встречается со своими подчиненными, чтобы оценить продвижение в деле достижения целей. В ТТС такие встречи проводятся три раза в год. На них оценивается, как сотрудник выполняет задачи, поставленные в рамках хосин. Хотя при

аттестации сотрудника обсуждаются и иные проблемы, основное внимание уделяется конкретным задачам, увязанным со стратегическими целями компании.



**Рис. 14-3.** Развертывание политики и процесс проверки

Интересным примером стратегического хосин-планирования в сфере разработки продукции стало заявление председателя совета директоров, которое он сделал в самом начале XXI века. Следуя обязательствам Toyota по охране окружающей среды, председатель потребовал снизить средний расход топлива за счет использования новых технологий. Подразделение разработки продукции откликнулось на это требование созданием Echo. Обязательства по охране окружающей среды — составная часть миссии компании и ее основополагающая долгосрочная стратегия. Хосин-планирование позволило развернуть ряд конкретных инициатив по реализации данной стратегической концепции.

### Отчет формата A3 как инструмент решения задач

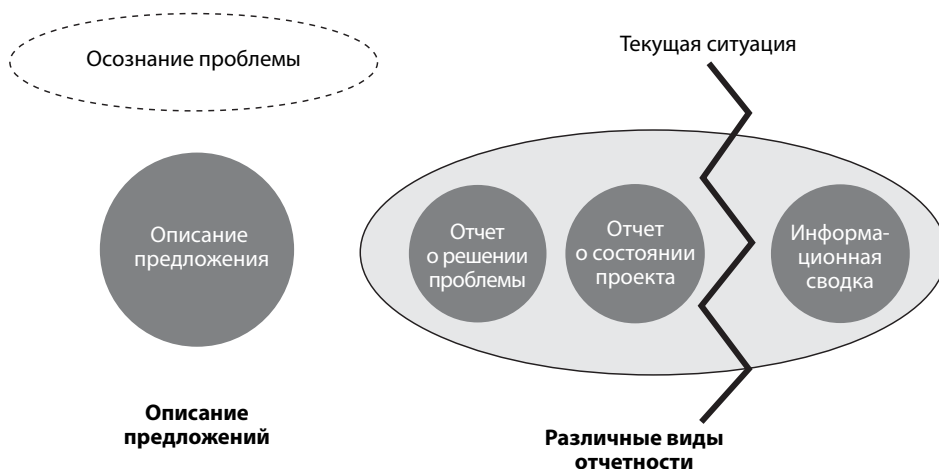
Отчетом формата A3 называется стандартный способ обмена информацией, упорядоченный процесс изложения идей на одном листе бумаги. Приведенные ниже высказывания менеджеров Toyota об отчетах формата A3 показывают, что на самом деле за этим инструментом стоит нечто большее:

«Заставьте себя профильтровать и очистить собственные мысли и изложите их на одном листе бумаги так, чтобы, прочитав всего одну страницу, руководство получило ответы на все свои вопросы, — вот сущность бережливого подхода».

«А3 — это прежде всего дисциплина мышления, а не конкретные приемы изложения материала».

«Представьте свои ощущения, если бы вы собирались написать пространный отчет, а я потребовал бы представить всю имеющуюся у вас информацию в виде одной-единственной схемы».

Отчет формата А3 — это стандартизированная методика изложения материала на одном листе бумаги формата А3. Она направляет процесс решения проблемы и упрощает обмен информацией между специалистами функциональных подразделений. Существует четыре типа отчетов формата А3 (см. рис. 14-4).



**Рис. 14-4.** Четыре типа отчетов формата А3

1. *Описание предложения.* Используется для изложения плана новой инициативы. Такой отчет всегда имеет центральную идею. В нем нет окончательной формулировки предложения, но есть список проблем, которые предстоит решить, и четкий план действий с указанием сроков (см. рис. 14-5).
2. *Отчет о состоянии проекта.* Дает представление о текущем статусе инициативы. Содержит информацию, которая позволяет принять решение о дальнейших действиях (см. рис. 14-6). Какова цель проекта, как удалось продвинуться в ее достижениях? Соответствуют ли сроки выполнения проекта запланированным?

ТЕМА				
ВВЕДЕНИЕ	ПЛАН			
Основная идея, история вопроса и исходные данные, или основная стратегия и как предложение вписывается в общую ситуацию	Необходимые условия	Обоснование необходимости данных условий	Ожидаемый эффект	Ответственность
	Что?/ Как?	Почему?	Что?	Кто?
ПРЕДЛОЖЕНИЕ	НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ			
Как осуществить развертывание основной концепции (важнейшие моменты)	Нерешенные вопросы и как преодолеть препятствия, т.е. как обсуждать со смежными подразделениями ожидаемые проблемы и их решения			
	ПЛАН ДЕЙСТВИЙ (ГРАФИК)			
	Как осуществить развертывание плана График/Временная шкала			
Автор: _____ Дата: _____				

Рис. 14-5. Описание предложения

Тема	
I. История вопроса	IV. Суммарный эффект
II. Цели	V. Нерешенные проблемы/Дальнейшие действия
III. Внедрение	

Автор \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Рис. 14-6. Отчет о состоянии проекта

Тема					
Ответ на вопрос: «Что мы пытаемся сделать?»					
Описание проблемы		Контрмеры			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Стандарт</li><li>• Положение дел в текущий момент</li><li>• Отклонение от нормы/Масштабы проблемы</li><li>• Обоснование выбора проблемы (ее значимость для предпринимательской деятельности, целей и ценностей организации)</li></ul>		(По итогам анализа причин) <ul style="list-style-type: none"><li>• Временные меры</li><li>• Долгосрочные меры</li></ul>			
		Внедрение			
		Что?	Где?	Кто?	Когда?
		Планируемые действия	Место выполнения работы	Ответственное лицо	Сроки
Цель/Задача		Последующие мероприятия			
Описание изменений с указанием количественных характеристик и сроков		<ul style="list-style-type: none"><li>• Нерешенные проблемы и план их изучения</li><li>• Как вы проверите результаты?</li><li>• Когда вы проверите результаты?</li><li>• В какой форме будут представлены выводы?</li><li>• Когда вы доложите о своих выводах?</li><li>• .</li><li>• .</li></ul>			
		Анализ причин			
Проблема: Возможные причины Наиболее вероятная непосредственная причина: Почему? → Почему? → Почему? → Почему? Первопричина:					
Автор: _____ Дата _____					

Рис. 14-7. Отчет о решении проблемы, описание предложения



3. *Информационная сводка.* Используется для обмена информацией, например о разработках компании-конкурента или другого подразделения Toyota. Материал излагается в произвольной форме, составитель оформляет такой отчет по своему усмотрению.
4. *Отчет о решении проблемы.* Составляется, когда компании не удается выполнить план, соблюсти стандарт или достичь поставленной цели (см. рис. 14-7). Это свидетельствует о наличии проблемы. Такой отчет должен быть обстоятельным и давать исчерпывающее представление о процессе «планируй — делай — проверяй — действуй». Этот отчет отражает практику решения проблем в Toyota. В нем четко сформулирована цель, представлены данные о текущей ситуации, дан детальный анализ первопричин проблемы, описаны контрмеры и процесс внедрения. Последующие мероприятия должны включать проверку эффективности контрмер, дальнейшую работу по решению проблем и выводы по итогам проверки результатов. Пример отчета о решении проблемы техники безопасности представлен на рис. 14-8.

Хотя составлять отчеты формата А3 любого сотрудника Toyota учит прежде всего его непосредственный начальник, существует универсальный перечень позиций и рекомендаций, который используется при обучении решению задач и составлению отчета формата А3. Ниже даны выдержки из этого перечня:

**Рекомендации по решению проблем**

1. Оценивай ситуацию, опираясь на факты.
2. Наблюдай за проблемой лично.
3. Сосредоточься на одной проблеме (один отчет формата А3 — одна проблема).
4. Понаблюдай за отклонениями там, где возникает проблема.
5. Досконально изучи причину и проанализируй все факты и данные.
6. При необходимости прими временные меры, чтобы локализовать проблему.
7. Выяви первопричину.
8. Разработай контрмеры, дай поручения и определи сроки.

**Рекомендации по составлению отчета формата А3**

1. Распредели время так, чтобы оценить ситуацию ПОЛНОСТЬЮ.
  - а) используй широкий круг источников информации;
  - б) опирайся на факты, а не на мнения;
  - в) учитывай долгосрочный эффект.
2. Определи, какой вид отчета нужно составить. Ориентируйся на конкретную аудиторию. Учитывай ее потребности и степень понимания ситуации.
3. Увязывая изложение материала с ценностями компании и ее философией.
4. Излагай материал в логической последовательности.
5. Избегай многословия. Шире используй схемы, графики и другие способы наглядного представления информации.
6. Каждое слово должно быть по делу. Изъясняйся точно и избегай жаргона.
7. Оцени наглядность представления материала. Помогает ли оформление отчета понять его содержание?

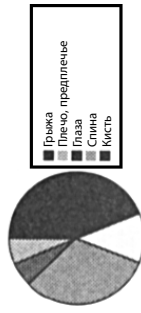
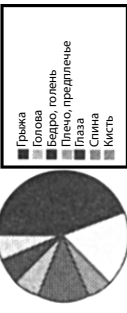
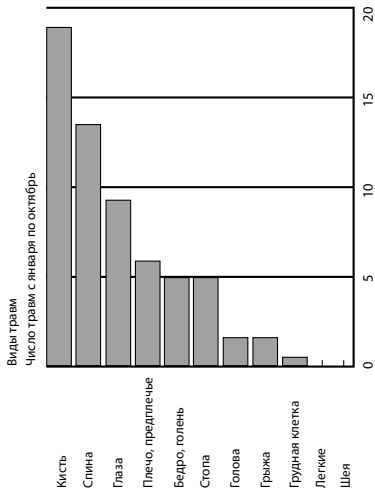
Описание проблемы

Описание травмы	Число несчастных случаев	Количество несчастных случаев, которые привели к временной нетрудоспособности	Среднее количество рабочего времени на один несчастный случай (в человеко-часах)	Количество несчастных случаев, которые привели к потере рабочего времени
Небольшие порезы от листового металла, первая помощь на рабочем месте	0	1		
Глубокие порезы от листового металла, нужно наложение швов или иной медицинской помощи	10	10z		
Потери пальцев	1	1		
Переломы костей (кисти и пальцев)	0	0		
Защемления и ушибы	0	0		
Микротравматические повреждения, вызывающие боль и слабость	1	1		

Кисть	19,7	13
Спина	37,6	13
Плечо, предплечье	15,4	2
Бедро, голень	17,5	1
Стопа	19,3	1
Голова	6,3	0
Грыжа	24,6	2
Грудная клетка	6,0	1
Легкие	0	0
Шея	0	0

Примечание: Серьезные травмы приводили к потерям рабочего времени продолжительностью до 2-х недель (переломы и тяжкие увечья, повлекшие длительную потерю трудоспособности или смерть).

Рис. 14-8. Отчет о решении проблемы: сокращение травм рук



Совокупные потери рабочего времени из-за травм в масштабах завода за 2001 год достигли недопустимых размеров — 1550 человеко-часов.

Цель компании — снизить их число на 50% (с 1550 до 775).

Основная причина серьезных (ведущих к временной нетрудоспособности) травм кистей рук — несоблюдение правил техники безопасности при перемещении материала. Большая часть травм получена на штамповочном и сборочном участках, где требуется перемещать материал.

В 2001 году из-за травм кистей рук потеряно 350 человеко-часов. Потери рабочего времени из-за таких травм обходятся заводу примерно в \$ 4 200 в год.

Компания придает огромное значение безопасности работников завода, а следовательно, эта проблема не может оставаться без внимания.

Цель/задача

В течение ближайших 12 месяцев снизить количество травм при перемещении стального листа на 90%.

Анализ причин

Проблема: Рабочие получают порезы, царапины и ссадины, перемещая листовую металл. Наиболее вероятная причина: Рабочие не соблюдают требования техники безопасности и не надевают перчатки при перемещении деталей и заготовок из стального листа.

Почему? Выполняет непродолжительные или несложные операции, рабочий предпочитает не тратить время на то, чтобы найти и надеть пару перчаток, хотя без них он рискует получить травму.

Почему? Отсутствует дисциплина соблюдения корпоративных принципов.

Почему? Такова человеческая природа, люди предпочитают выбирать более легкий путь, — явные преимущества заставляют их забыть о риске.

Почему? Нет стимула соблюдать правила, доставляющие неудобства.

Почему? Отсутствие штрафов за нарушение правил И/ИЛИ отсутствие вознаграждения за их соблюдение.

Первопричина: Отсутствие мотивации → У рабочих нет достаточных стимулов тратить время и силы на соблюдение «неудобных» правил техники безопасности.

Глава 14. Координировать работу организации с помощью простых средств визуальной коммуникации

Контрмеры

Четко сформулировать правила техники безопасности в цехе и условия их соблюдения с участием представителей профсоюза и мастеров цеха. Возможно, придется переработать правила и изменить их формулировку с учетом условий. Внести наложение дополнительных взысканий ввести систему поощрений за соблюдение техники безопасности. В конце года устраивать лотерею с розыгрышем денежных призов (предполагаемая сумма не менее 2000 долларов). Чтобы получить право участвовать в лотерее, рабочий должен:

- не получить ни одной травмы в течение года
- ни разу не нарушить правила техники безопасности, регламентирующие перемещение материалов и применение защитных очков

Рабочие должны соблюдать за тем, как соблюдают правила техники безопасности их товарищи, и сообщать о случаях нарушения правил. Один-два раза в неделю проигнорировать выбранный представитель цеховой администрации должен обходить цех, проверяя соблюдение правил. Рабочие, лишившиеся права участвовать в лотерее, могут вернуть себе это право ценой небольшого денежного пожертвования на цели благотворительности (какие именно, будет решено позднее). Если, лишившиеся права участвовать в лотерее, рабочий продолжает нарушать правила техники безопасности, составляется акт о нарушении.

Внедрение

Подлечит внедрению как инициатива компании в сфере техники безопасности при участии заводской профсоюзной комиссии по технике безопасности. Проверка результатов начнется в марте 2002 года.

План мероприятий	Ответственность	Сроки
Одобрение проекта	Президент (Лоурри)	8 февраля
Представить отчет формата А3 профсоюзной комиссии по технике безопасности для анализа, обсуждения и разработки стратегии	Служба персонала, группа трудовых правоотношений (Элперман)	18 февраля
Уточнить формулировку правил техники безопасности в цехе	Профсоюз завода, подкомиссия по технике безопасности	25 февраля
Проинформировать менеджеров завода	Представитель службы техники безопасности завода (Ганси)	28 февраля

Проверка и последующие мероприятия

Группа обеспечения качества будет отслеживать показатели техники безопасности на ежемесячных собраниях (сравнивая данные 2002 года с данными за период с января 1999 года по настоящий момент) Ежеквартальные неформальные опросы управленческого персонала на производстве, касающиеся повышения безопасности работы в цехах и соблюдения правил техники безопасности.

Автор: \_\_\_\_\_  
Дата: \_\_\_\_\_

Можно провести любопытную аналогию между организацией пространства на заводах Toyota и при составлении отчетов формата А3. На бережливом предприятии недопустимо загромождать место избытком запасов, поскольку они представляют собой мұда — потери. Рациональное использование пространства — залог максимально эффективного добавления ценности. Излишки материала порождают неразбериху и мешают выявлять отклонения от стандарта. Подобным образом, при составлении отчета формата А3 важно не допускать потерь — лишних слов, пространных объяснений, ненужных схем и т.д., которые мешают увидеть самое существенное. Так обеспечивается максимальная эффективность добавления ценности. Мұда в документах затуманивает основную идею и нередко приводит к тому, что люди упускают из виду ключевые моменты.

Отчеты формата А3 и порядок их подготовки делают коммуникацию четкой и оперативной, что чрезвычайно важно для системы бережливой разработки продукции. Это прекрасно понимают в Toyota. Кроме того, отчеты формата А3 способствуют непрерывному совершенствованию. Так, если составление отчета формата А3 привело к изменению стандарта или увеличению суммы знаний, обновляется база данных по ноу-хау. Бережливое мышление требует извлекать уроки из решения проблем (а не только исправлять сложившуюся ситуацию), а отчет формата А3 способствует такому обучению.

## **Коммуникация и координация в Toyota**

Многие компании пытались внедрить сходные методы коммуникации и стратегии координации. Однако какие бы методы они ни применяли — управление по целям, проектный менеджмент, межпроцессные проверки, принятие решений на основе консенсуса, размещение специалистов в едином офисе, использование инженеров по приглашению, межфункциональные команды и даже отчеты формата А3, — немногим удастся делать это столь же эффективно, как Toyota.

Возможно, причина различий кроется в подходе к распределению функций и ответственности. К тому же для успешного использования перечисленных инструментов необходим максимум организационной стабильности. Toyota, которая имеет развитую функциональную структуру и заботится о межфункциональной интеграции, обеспечивает успешный обмен информацией между функциональными подразделениями с помощью системы главных инженеров. Наладить такую коммуникацию помогает

стабильная, стандартизированная рабочая среда, которая непрерывно совершенствуется. Организационная стабильность начинается с руководства, которое последовательно определяет приоритетные направления. На низовом уровне стабильность включает продолжительное освоение специализации в функциональном подразделении и приобретение глубоких познаний. Кроме того, в стабильной обстановке проще извлекать опыт из выполненных проектов.

Распределение функций и ответственности означает, что всегда есть тот, кто отвечает за выполнение работы. Многие компании никак не могут определиться, что правильнее — исключительно личная или исключительно коллективная ответственность. Toyota удалось найти золотую середину. Хотя отчет формата А3 требует работы в команде, а достичь консенсуса при его составлении невозможно без немаваси, этот документ подписывает только составитель. Если отчет составляло несколько человек, они разделяют ответственность за результат. Таким образом, отчет формата А3 — это также инструмент координации, который способствует эффективному распределению функций и ответственности. Процесс коммуникации и координации при бережливой разработке продукции сочетает индивидуальные и коллективные формы работы. Детали прорабатываются в индивидуальном порядке. Команда подает идеи, обсуждает их, принимает решения, оказывает помощь и занимается внедрением.

В конечном счете координация и эффективная коммуникация дают компании возможность разрабатывать стандарты, действующие в масштабах организации. Люди критически оценивают эти стандарты и, занимаясь непрерывным совершенствованием, при необходимости вносят в них соответствующие коррективы. Это стержень организационного обучения. Следующая глава, посвященная тринадцатому и последнему принципу LPDS — *использовать эффективные инструменты для стандартизации и организационного обучения*, — еще раз возвращается к этой концепции.

### **Резюме принципа 12**

#### ***Координировать работу организации с помощью простых средств визуальной коммуникации***

Несомненно, налаженная коммуникация благоприятствует успешной разработке продукции. Нельзя разрабатывать новые продукты без эффективного обмена информацией. Однако избыток информации может иметь негативные последствия.

Коммуникация должна быть целенаправленной, точной, обоснованной и сфокусированной на важнейших фактах. Toyota разработала ряд механизмов эффективной коммуникации. Концептуальный проект главного инженера определяет все направление работы над проектом и обеспечивает координацию. Система обещает помогать поддерживать межфункциональную коммуникацию и отслеживать состояние проекта. Эффективными средствами координации действий в масштабах организации служат немаваси, ринги и хосин канри. Составление отчетов формата A3 способствует соблюдению дисциплины и стандартов, тем самым повышая эффективность всех видов коммуникации, и в первую очередь обмена информацией при решении задач.

## Использовать эффективные инструменты для стандартизации и организационного обучения

Инженеры Технического центра Toyota используют хетакус-секке, небольшие брошюры, в которых собрана информация о промахах, допущенных в прошлом.

*Кунихико Масаки,  
бывший президент Технического центра  
Toyota, Анн-Арбор*

Многие компании тратят сотни миллионов долларов, пытаясь повысить результативность за счет организационного обучения и эффективного управления знаниями. Они вкладывают огромные средства в информационные технологии, сети обмена знаниями, грандиозные интерактивные базы данных, новейшие аппаратные средства и программное обеспечение. Но несмотря на крупные капиталовложения и привлечение колоссальных людских ресурсов, большинству компаний не удается поставить организационное обучение на службу конкурентному преимуществу. Отчасти это объясняется тем, что первоочередное внимание уделяется работе с явным или процедурным знанием, инструменты по обработке которого, хотя дорого стоят, но легко могут быть скопированы конкурентами. Как мы уже говорили, основной источник конкурентного преимущества — это использование неявного знания или ноу-хау. Следует делать акцент на тех инструментах, которые помогают организации изменить подход к работе. Данный тип знания неотделим от людей и культуры. Лучшие инструменты и технологии обучения предназначены именно для освоения и передачи неявного знания.

### Как обучается ваша организация

В главе 11 *организационное обучение* определяется как важнейший источник конкурентного преимущества Toyota. Каким образом Toyota добилась того, что не получается у других организаций? Какие инструменты и методы она

использует, и чем они отличаются от тех, что используют ее конкуренты? Чтобы дать представление об инструментах и методах Toyota, мы вновь сравним ее с NAC. Хотя в штате NAC работает немало квалифицированных инженеров, этой компании пока не удалось стать обучающейся организацией. NAC понимает важность обучения не хуже Toyota, и многие сотрудники компании успешно учатся методом проб и ошибок. Со временем ценность таких специалистов растет. К сожалению, NAC не располагает механизмами распространения знаний в масштабах организации и их передачи следующим поколениям инженеров. Если старый, умудренный опытом работник покидает компанию, вместе с ним теряются и накопленные знания.

Система бережливой разработки продукции получает наибольшее развитие в той компании, где понимают, что такое организационное обучение, и поощряют его, создавая соответствующие системы, заботятся о развитии культуры, которая аккумулирует неявное знание и делает его накопление и распространение нормой. Многие инструменты, о которых рассказывалось на страницах этой книги, ориентированы на обучение. В предыдущих главах мы подробно описали ряд самых эффективных инструментов обучения, применяемых в Toyota (наставничество, хансей, А3). Здесь же мы расскажем об инструментах бережливой разработки продукции, расширяющих возможности обучения в Toyota. Это базы данных по ноу-хау, контрольные листки, демонтаж продукции конкурентов, сендзу, карты процессов и матрицы качества. Чтобы оценить, как работают эти инструменты и каков их потенциал, лучше всего сравнить, как их применяют в такой компании, как NAC, и в обучающейся организации, подобной Toyota.

## **База знаний в NAC: поток создания ценности при разработке кузова**

Хотя NAC много раз пыталась создать базу знаний, которая будет подспорьем для инженеров и сможет помогать их работе, в компании отсутствовала стратегия управления знаниями и информацией в потоке создания ценности при разработке кузова. Многие функциональные подразделения разрабатывали собственные базы данных, что нередко вело к нестыковкам разных баз данных. Ведущие специалисты почти не участвовали в создании, оценке и обновлении баз данных. В большинстве случаев они не доверяли собранной информации, и это сводило эффективность подобных инструментов на нет. В итоге базы данных практически не использовались. К тому же NAC не доставало дисциплины, понимания важности документирования знаний и системы поощрений, необходимых для создания баз данных такого рода.



Поэтому специалисты функциональных подразделений не видели в них особого смысла.

Кроме того, НАС вложила средства в пилотную программу *проектирования на основе знаний*. Эта «интеллектуальная» технология на базе системы правил обеспечивает непрерывный сбор и систематизацию новой информации. Она направляет процесс разработки с учетом новейших данных, блокирует нежелательные проектные решения и задает последовательность операций при автоматизированном проектировании. Поскольку разработкой и обслуживанием данной системы занимались специалисты по информационным технологиям, а в ряде случаев сторонние подрядчики, которые получали информацию от инженеров, новая технология не только не оправдывает возлагаемых на нее надежд, но и, с нашей точки зрения, потенциально опасна. Она оказалась неэффективной, поскольку не внушала доверия инженерам, которых не привлекли к участию в процессе разработки. НАС нарушила один из основных принципов бережливого мышления, касающихся внедрения новой технологии, — вместо того чтобы расширить возможности базового контингента пользователей, компания использовала технологию, чтобы подменить людей. Такой подход опасен, поскольку он не дает инженеру стать активным участником процесса обучения.

## **База данных по ноу-хау в Toyota**

Основой электронной базы данных по ноу-хау в Toyota стали стандартные контрольные листки, которые применяются в компании уже более сорока лет. Долгие годы накопленный опыт весьма эффективно использовался с помощью бумажных носителей. Каждое функциональное подразделение использовало собственные подборки контрольных листов (они могли храниться, к примеру, в обыкновенных папках-скоросшивателях). В начале проекта группа отдела организации производства, отвечающая за двери, обменивалась с группой разработчиков дверей откорректированными и уточненными контрольными листками. Благодаря четкому распределению функций и обязанностей в Toyota нет необходимости рассылать контрольные листки всем подряд. Всегда известно, кто из специалистов занимается конкретным узлом автомобиля. Именно ему нужна информация, которая содержится в подборке контрольных листов по данному узлу. Контрольные листки не содержали исчерпывающей информации и не заменяли знаний квалифицированного специалиста. Они лишь напоминали инженеру, какие аспекты следует учесть: соблюдены ли требования к сопрягаемым поверхностям; соответствует ли зазор стандарту; не выходит ли соотношение за

пределы заданного диапазона. Листок может включать график, где показано значение параметра, которое нельзя превышать. С помощью контрольного листка инженер проверяет, что он учел, а что упустил. Подобным образом пилот изучает летную инструкцию. Она не способна сделать его блестящим пилотом, но помогает избежать элементарных ошибок.

Хетакус-секке, которые упоминает Масаки-сан в эпиграфе к главе, — это разновидность справочника по стандартам, который используется главным образом при проектировании кузова. В нем собраны правила, которые позволяют избежать ошибок в проектно-конструкторской работе. Большая часть этих правил представлена в виде схем и графиков. К примеру, при разработке кузова часто возникает необходимость снизить вес детали. Если это металлическая пластина, можно уменьшить ее вес, сделав в ней отверстие. Если это выступ, можно скруглить углы. Старшие инженеры называют это «примитивными решениями». Это выражение не зря ассоциируется с поверхностным и несерьезным подходом к проектированию. Опытный инженер не нуждается в подобных рекомендациях, но они очень полезны для новичка.

В свое время создание подборок таких рекомендаций и бумажных контрольных листков было весьма эффективным способом сохранения и приумножения базы знаний. Однако этот корпус знаний был не единственным. Еще более ценными знаниями обладали опытные высококвалифицированные инженеры. Каждый из них — это настоящий клад знаний премудрости в своей области. Если вы знаете, к кому обратиться, или если конструкцию оценивают компетентные специалисты, знания используются правильно. Несложные контрольные листки и брошюры выполняют лишь вспомогательную роль.

Ввод данных, собранных на бумажных носителях, в компьютер не заменяет богатейших знаний специалистов. А бумажные контрольные листки десятки лет успешно делали свое дело. Несомненно, создание электронной базы данных — это большой шаг вперед. Она содержит развернутые рекомендации по проектированию, чертежи, подробное описание приемов и методов работы и другую информацию, которую не уместить на рукописном контрольном листке. Информация сгруппирована по моделям и узлам автомобилей или просто по типу деталей. Информация по отдельным типам деталей включает сведения о конкурентах, в том числе изображения их продукции и результаты демонтажа. Здесь же содержатся сведения о технологии изготовления соответствующего типа деталей. Прочие данные сгруппированы по типам деталей/технологических процессов и включают матрицы качества и сендзу, о которых пойдет речь далее. Эта база знаний связана с базой данных по проектированию, что делает возможным импорт и экспорт

показателей и геометрических характеристик. Кроме того, она содержит карты технологических процессов, снабженные описаниями, иллюстрациями и даже видеозаписью процессов, сделанной в условиях производства. При этом пользователям доступны показатели качества и производительности заводов — изготовителей определенного вида деталей.

Компьютеризация контрольных листов важна еще и потому, что она позволяет не ограничивать содержание контрольного листка набором несложных правил — чего следует избегать или какие численные значения использовать, — но объяснить смысл этих правил. Заглянув в традиционный контрольный листок, инженер не найдет там никаких обоснований. Листок отвечает на вопрос «что?», а не на вопрос «почему?». Новые базы данных по ноу-хау в перспективе будут разъяснять, почему нужно выполнить то или иное правило. Если специалисты, которые разработали эти правила, трудятся рядом с тобой, как в Японии, это не так уж важно. Однако по мере глобализации разработки общение с такими специалистами становится все более затруднительным, тогда как инженеру по-прежнему важно понимать логику рассуждений, чтобы вникать в суть проблем и не ограничиваться бездумным выполнением инструкций.

База данных по ноу-хау в Toyota эффективна прежде всего потому, что она является интегральной частью более крупной системы, V-comm. Система V-comm связывает воедино технологии проектирования, моделирования и испытаний, средства коммуникации и базы данных по ноу-хау. Она предоставляет инженерам мощный комплекс инструментов, значительно повышающий продуктивность их работы. Сделав базу данных по ноу-хау составной частью комплекса инструментов проектирования, Toyota еще раз подчеркнула, что обучение — это не второстепенное или факультативное занятие, но базовая составляющая повседневной работы.

Создание базы данных было полезным по ряду причин. Как уже отмечалось, благодаря наличию всеми разделяемых ценностей, дисциплине и системе поощрений за соблюдение норм люди естественным образом обращаются к данной информации и обучаются в процессе ее использования. Поскольку база данных централизована, путаница и противоречия, которые возникают при наличии нескольких конкурирующих баз данных, исключены. Специалисты функциональных подразделений проверяют и обновляют свою часть базы данных, как в свое время корректировали написанные от руки контрольные листки. Как правило, такие изменения вносятся по итогам хансей-мероприятий (мероприятия по осмыслению результатов работы, которые освещаются в главе 11). И наконец, следует еще раз сказать, что база данных Toyota создана не для того, чтобы заменить людей или отстранить их от процесса проектирования, а чтобы повысить эффективность

их работы. Инженер — ключевая фигура процесса бережливой разработки продукции, и инструменты и технологии обучения должны учитывать это обстоятельство.

## **Инструменты оценки альтернативных решений и обмена информацией**

Как мы уже говорили, параллельное проектирование на базе ряда альтернатив (SBCE) — краеугольный камень процесса разработки продукции в Toyota. Более того, SBCE — мощный источник знаний и стимул для непрерывного совершенствования. Однако обмен информацией, оценка вариантов и эффективное обучение при изучении множества конструктивных решений с разными характеристиками могут оказаться непростым делом. При выполнении этих задач инженеры пользуются двумя важными инструментами.

### **Кривые компромиссных характеристик**

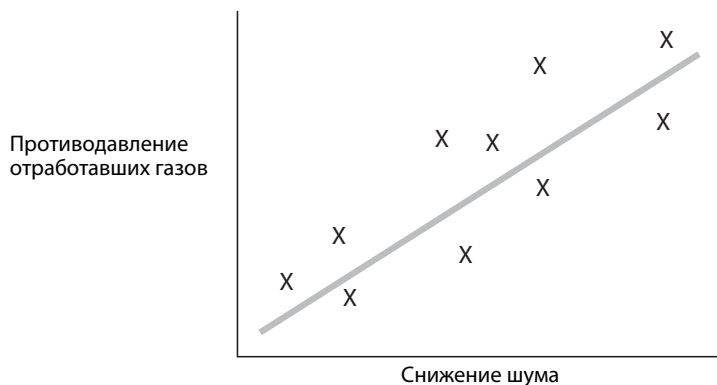
Кривая компромиссных характеристик — относительно простой инструмент, который помогает инженерам Toyota уяснить взаимосвязь различных конструктивных характеристик. Показатели одной характеристики подсистемы откладываются по оси Y, а показатели другой — по оси X. Затем строится кривая, которая показывает эффективность функционирования подсистемы с учетом двух исследуемых характеристик. Такие кривые могут использоваться для оценки взаимосвязи скорости и расхода топлива при калибровке системы трансмиссии, или для определения соотношения между размерами радиатора и его охлаждающей способностью. При реализации одного из проектов Toyota поставщик выхлопных систем изготовил более 40 различных опытных образцов. Зачем понадобилось так много опытных образцов? Чтобы провести испытания при различных значениях характеристик и построить соответствующие кривые. С их помощью главный инженер смог уяснить взаимосвязь противодавления отработавших газов и шума двигателя (см. рис. 15-1) и принять обоснованное решение.

Кривые, полученные при сравнении параметров, — быстрый и эффективный способ обмена информацией о сложных технических характеристиках изделия при рассмотрении комплекса альтернатив. На рис. 15-2 представлена кривая, которая использовалась главным инженером первого Lexus для оценки соотношения максимальной скорости (мощности) и расхода топлива для «пожирателей бензина», — автомобилей класса люкс производства США, Великобритании и Германии, — в сравнении с целевыми показателями Lexus LS400.

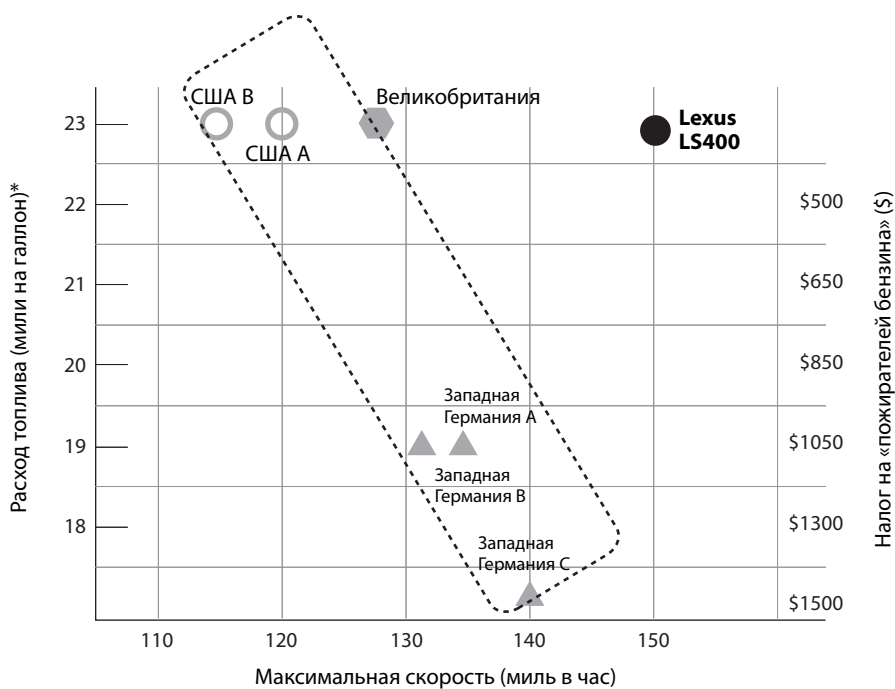
# Глава 15. Использовать эффективные инструменты для стандартизации и организационного обучения

Поставщик выхлопных систем:

«Главный инженер хочет выбрать оптимальное соотношение».



**Рис. 15-1.** Множество прототипов позволяет оценить область решений



\* Усредненный показатель расхода топлива (городской режим, трасса).

**Рис. 15-2.** Определение целевых показателей скорости и расхода топлива для Lexus с помощью кривой компромиссных характеристик

## Матрицы решений

Когда инженеры Toyota хотят оценить различные варианты конструкции, высказать свое мнение или предложить решение проблемы, они обмениваются информацией с помощью матриц. Как вы помните, когда начинающий инженер выполняет «проект новичка», он получает важный урок — проблему нужно досконально изучить и тщательно обдумать. Нередко это означает, что нужно разработать матрицу решений. Это относительно несложный, но эффективный инструмент для обмена информацией и оценки альтернатив. По одной из осей матрицы располагается перечень проектных решений, по другой — критерии их оценки. В соответствующие ячейки заносятся количественные или качественные характеристики конкретного конструкторского решения в соответствии с заданными критериями. К примеру, инженер может оценивать конструкции А, В и С с учетом затрат, массы, срока службы и функциональности (см. рис. 15-3). В данном примере альтернативные решения А, В и С отображены по оси Y, а критерии оценки — по оси X. В ячейках указаны значения характеристик соответствующих проектных решений. Заметьте, что в данном случае цифры не являются точными количественными показателями, но представляют собой субъективную оценку степени достижения цели. Просуммировав эти значения по каждому решению, можно дать ему итоговую оценку. В сущности, это не средство проектирования, а метод, позволяющий ранжировать альтернативные решения, — весьма удобный и эффективный инструмент в руках опытных инженеров, принимающих решения.

Альтернативные проектные решения	Затраты	Масса	Срок службы	Эксплуатационные характеристики	Итого
А	1	2	2	2	7
В	3	2	3	1	9
С	2	3	1	3	9

Цифрами 1–3 обозначены ранги.

**Рис. 15-3.** Пример матрицы решений

Оба инструмента не только повышают эффективность коммуникации и оценки, но и являются важными средствами обучения и накопления знаний в системе разработки продукции Toyota.

## Отчеты по бенчмаркингу конкурентов в НАС

Важным и полезным источником информации при разработке концепции нового автомобиля служат данные о продукции конкурентов. Планируя разработку очередной модели, НАС изучает соответствующий сегмент рынка или автомобили определенного класса, чтобы узнать, какие характеристики нравятся потребителям. Компания оценивает объемы продаж продукции конкурентов и сравнивает с потенциальным объемом продаж модели, которую должна воспроизвести проектная команда.

В одних случаях проектная команда разбирает автомобиль конкурента, чтобы установить, как он добывается таких эксплуатационных характеристик. Затем специалисты НАС подытоживают результаты этих исследований, составляя пухлые отчеты, которые изучают участники проекта.

В других случаях члены проектной команды посещают предприятие, где производился демонтаж, для более глубокого изучения технических характеристик, которые будут учтены в концепции будущего автомобиля. Сделанные ими выводы и рекомендации по практическому применению собранных данных затем передаются функциональным подразделениям. Следует подчеркнуть, что поток информации идет в одном направлении, и это направление — неверное.

Таким образом, НАС вновь пытается копировать один инструмент бережливой системы разработки продукции, упуская из виду главное. Инженеры, которых интересуют результаты демонтажа, не участвуют в процессе работы. *Демонтажем и составлением отчета о его результатах занимаются другие специалисты.* Дело доходит до того, что НАС поручает демонтаж и анализ продукции конкурентов аутсорсерам! Но такие «наемники» одновременно обслуживают множество клиентов и вряд ли уделяют данной работе должное внимание. Хуже того, они совершенно не заинтересованы в получении исчерпывающих данных, которые нужны компаниям-клиентам.

Культурная и профессиональная разобщенность тех, кто анализирует продукцию конкурентов, и тех, кто занимается синтезом полученных данных, мешает инженерам НАС воспользоваться преимуществами демонтажа в полной мере. Это серьезный недостаток традиционной системы разработки продукции. Даже если инженерам удастся узнать нечто новое и применить эти знания при выполнении проекта, приобретенный опыт редко стандартизируется и становится общим достоянием компании. В итоге обучение носит отрывочный и хаотичный характер, что мешает накоплению знаний в масштабах компании.

## **Демонтаж автомобилей конкурентов в Toyota и аналитические таблицы**

Toyota на первый взгляд действует похожим образом, что и НАС. Тем не менее подходы двух компаний имеют существенные различия. После того как главный инженер определит базовые рабочие характеристики автомобиля в концептуальном проекте, команды разработки модулей (MDT), о которых рассказывалось в главе 8, формулируют задачи на уровне узлов и подсистем, увязывая их со стратегическими целями проекта. Процесс постановки таких задач при бережливой разработке продукции может происходить по-разному. В одном из вариантов команды разработки модулей предварительно посещают завод, чтобы выявить потенциальные проблемы качества и технологичности соответствующего узла. Другой метод — это демонтаж продукции конкурентов с последующим анализом лучших в своем классе узлов.

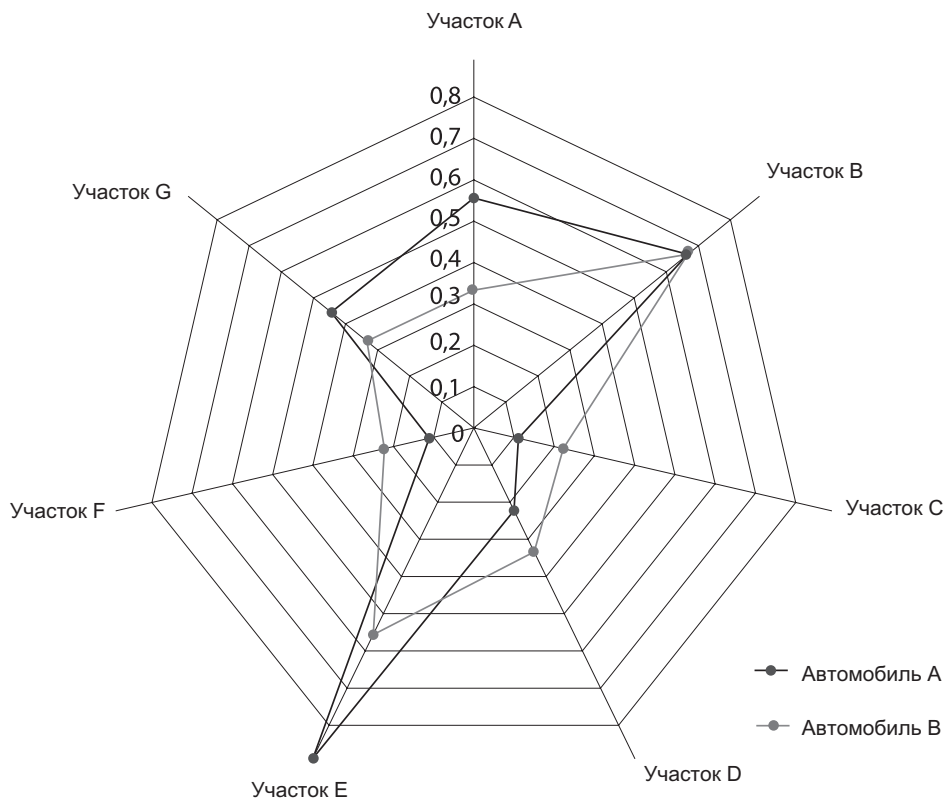
В главе 3 приводился пример исследования, связанного с разработкой кузова. Этот пример показывает, как MDT определяют и согласуют задачи по отдельным компонентам. В данном случае команда разработки модулей, отвечающая за наружные панели кузова, выявила проблемы, связанные с завальцовкой наружной панели двери в предыдущей модификации автомобиля. Проанализировав данные о качестве, предоставленные сборочным цехом, MDT обнаружила недопустимую вариацию зазоров между кромкой двери и кузовом и внесла этот параметр в перечень проблем. С помощью бенчмаркинга MDT выявила конструктивные особенности двери автомобиля компании-конкурента, которые позволяли снизить вариацию зазоров.

Измерив величину зазоров и сопоставив полученные данные, команда свела их воедино на радарном графике, где ясно видны проблемные зоны задней и передней кромки двери (см. рис. 15-4).

После этого MDT разобрала и исследовала дверные модули, чтобы выявить конструктивные и технологические характеристики, повышающие качество завальцовки. Команда выявила по меньшей мере три характеристики, которые позволяли снизить вариацию зазоров, и одну, которая улучшала прилегание двери.

По завершении анализа MDT выполнила эскизные чертежи или кентодзу и составила план корректирующих действий при разработке нового автомобиля. Этот план подписали представители отделов дизайна, разработки кузова и организации производства. При выполнении проекта все названные подразделения руководствовались данным планом.





**Рис. 15-4.** Сравнение с помощью радарного графика —  
проблемные зоны задней и передней кромки двери

Успеху такого бенчмаркинга способствуют два фактора: 1) он выполнялся командой инженеров, которые занимаются дверным модулем и отвечают за результаты его разработки, и 2) бенчмаркинг представлял собой решение конкретной проблемы с помощью конкретных контрмер. Анализом и внесением необходимых изменений занималась одна и та же группа. Таким образом, *для успешного процесса бережливой разработки продукции необходимо, чтобы у процесса был хозяин, который бы отвечал за результаты и блестяще владел навыками решения задач.*

В процессе реализации проекта такой сценарий воспроизводится многократно. Каждая функциональная группа специалистов-разработчиков отвечает за демонтаж и бенчмаркинг соответствующих узлов. Эта работа выполняется вручную: инженеры ползают вокруг автомобиля конкурента на четвереньках и, обдирая руки в кровь, извлекают нужные узлы, разбирают их на составные части и собирают вновь, чтобы изучить их досконально. Этот процесс доставляет инженерам огромное наслаждение. Разбирая машину своими руками, они узнают о ней гораздо больше, чем при изучении технических характеристик одного-единственного узла или детали. Но самое главное, что применяемый таким образом принцип генти генбуцу помогает приобретать неявное знание.

### **Инструменты стандартизации в Toyota: контрольные листки, матрицы качества, сендзу, стандартизированные карты процесса**

Инструменты стандартизации, в частности контрольные листки, играют огромную роль в процессе разработки продукции в Toyota. Это всегда подчеркивают бывшие инженеры NAC, перешедшие в Toyota. Они считают, что именно благодаря стандартизации Toyota неизменно превосходит NAC в области разработки продукции. Это объясняется тем, что в Toyota существует процесс, который превращает инструменты стандартизации в средство добавления ценности. С самых ранних стадий проекта, начиная с этапа кенто, каждая функциональная группа использует комплекс контрольных листов, которые направляют принятие решений на протяжении всего процесса разработки продукции. Контрольные листки могут описывать важнейшие технологические операции (контрольные листки по процессам) или служить перечнем конкретных характеристик при проектировании изделия (контрольные листки по продукции). Они опираются на непосредственный опыт и регулярно пересматриваются и пополняются новыми данными с

учетом последних разработок. Контрольные листки всегда содержат очень подробную информацию о продукте или процессе. Более того, именно функциональные группы, которые используют контрольные листки, вносят в них исправления и дополнения по завершении каждого проекта или по итогам хансей.

Как отмечалось выше, примером контрольного листка по продукции служит матрица качества. Отдел организации производства составляет такие матрицы для всех основных деталей из листового металла по каждой модели (например, существуют отдельные матрицы качества для крыла Самгу и наружной дверной панели мини-вэна Sienna). Вверху перечислены все этапы производственного процесса (см. рис. 15-5). Слева дан перечень потенциальных проблем качества и производительности с учетом функционального назначения и технологии изготовления детали. Для сложных деталей этот перечень может включать сотни и даже тысячи позиций. Включая в него не только проблемы качества, но и проблемы производительности, команда с самого начала берет на вооружение подходы бережливого производства.

Если конкретная производственная операция оказывает влияние на качество или производительность, ставится точка. Используя электронную

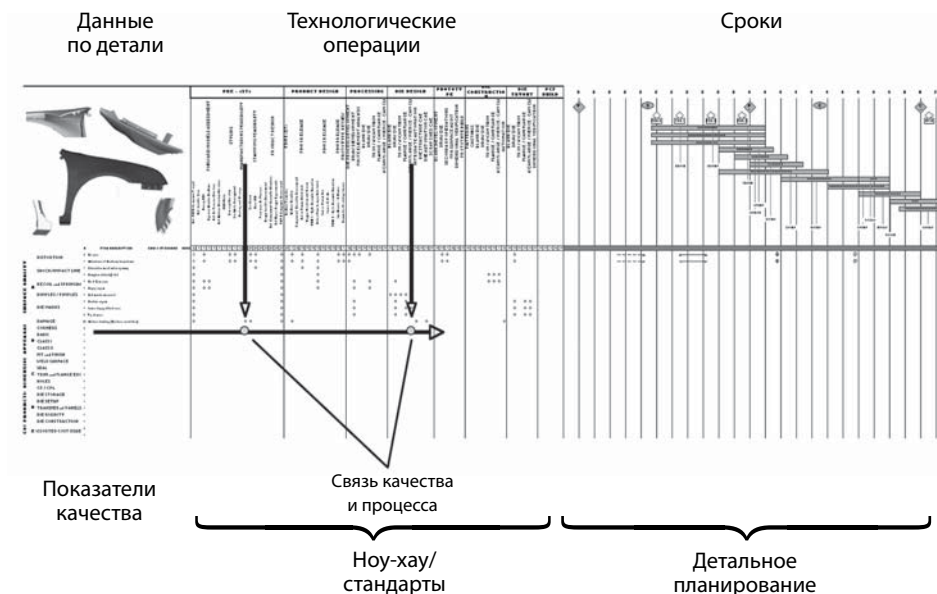


Рис. 15-5. Интеграция матрицы качества и базы данных по ноу-хау

версию матрицы качества (V-comm), объединенную с базой данных по ноу-хау, пользователю достаточно щелкнуть по этой точке, чтобы получить соответствующий стандарт. Кроме того, V-comm включает стандартизированные планы проектирования и испытаний каждой детали. Электронный формат данных обеспечивает удобный доступ к информации по продуктам и процессам и позволяет воспользоваться перекрестными ссылками, которые отсутствовали в бумажных документах.

Матрица содержит рекомендации по геометрическим характеристикам изделия и сведения о возможностях используемой технологии в отношении конкретных геометрических характеристик. К примеру, матрица может включать такие конструктивные параметры, как отношение высоты к ширине, которое должно оставаться постоянным при штамповке деталей с определенными свойствами. Следует отметить две важные особенности этих стандартов: 1) в них указаны лишь требования, имеющие критическое значение для производства, и 2) обычно стандарты сформулированы как соотношения (высота к ширине) или условные операторы «если, то» (если вам нужно отогнуть кромку определенного размера под определенным углом, для обеспечения надлежащего качества радиус изгиба должен иметь такое-то значение). Такие стандарты служат надежным подспорьем в работе и обеспечивают должную эффективность производства при максимальной гибкости проектирования.

Другим примером контрольного листка/инструмента стандартизации служат сендзу или технологические чертежи штампованных деталей. У инженеров есть чертеж каждой крупной штампованной детали в трех проекциях. Там указаны все технологические требования к данной детали с пометкой соответствующих зон. (Например, если конструкция штампа должна предусматривать компенсацию упругих деформаций для получения заданного угла изгиба, это помечается на соответствующем участке чертежа. Рядом с участками поверхности, которые требуют высокой чистоты обработки, могут быть указаны изгибы поверхности предела и состав абразивной смеси для шлифовки.) Подобно другим контрольным листкам, сендзу исправляются и дополняются по завершении проекта и служат отправной точкой для следующего проекта. Вот что сказал по этому поводу один из инженеров по организации производства, работающий в Toyota:

Когда мы готовы передать документацию на завод, мы делаем пометки на чертежах сендзу. Как соотносятся наши ожидания с тем, что получилось на самом деле? На протяжении всего процесса технолог и разработчик штампов делают записи. Изменения конструкции и технические доработки документируются. Важнейшая документация оформляется непосредственно перед передачей на

завод. Ее основное назначение — обеспечить очередной цикл улучшения. Иногда, обнаружив нечто важное, мы возвращаемся к одному из предшествующих этапов, но такое случается редко. Мы подшиваем эти документы в папку с тем, чтобы использовать данную информацию при создании похожих автомобилей в будущем.

Еще один важный инструмент стандартизации — это карты стандартизированных процессов, где расписана технология изготовления каждой детали. Используя технологические карты на ранних стадиях разработки продукции, инженеры создают детали со стандартными производственными параметрами. Исключения достаточно редки и обычно требуют составления ринги-сё, о котором рассказывалось в главе 14.

*Единые конструктивные сечения* — это инструмент стандартизации, который обеспечивает стандартную конфигурацию каждой детали. Конструкторы используют такие сечения при разработке каждого автомобиля. Они облегчают создание кентодзу (эскизных чертежей) на этапе кенто и значительно уменьшают объем работы инженера, который занимается проектированием кузова, при оценке новых вариантов исполнения.

## **Роль стандартизации и инструментов обучения**

Любой, кто знаком с бережливым мышлением, понимает, что одним из основных конкурентных преимуществ Toyota является организационное обучение. При этом далеко не все сознают, что организационное обучение возможно лишь там, где есть реалистичные стандарты, которые строго соблюдаются и регулярно обновляются. В то время как конкуренты Toyota пытаются освоить бережливые технологии, бережливая система Toyota продолжает развиваться просто потому, что развитие стандартов и обучение стали ее неотъемлемой частью. Любой проект, разработка любой детали, любые испытания дают пищу организационному обучению и заставляют пересматривать прошлый опыт. Мощь организационного обучения, которое медленно, но верно делает Toyota все совершеннее, порой ставит в тупик тех, кто пытается измерить потенциал Toyota с помощью традиционных показателей (время выполнения заказа при разработке, издержки производства или качество продукции). Куда лучшим ориентиром служит траектория совершенствования при переходе от одной модели к другой.

Люди обучаются, технология на это не способна. В процессе бережливой разработки продукции инструменты и технологии помогают обучать людей. Но это происходит лишь в том случае, если высококвалифицирован-

ные инженеры функциональных подразделений отвечают за использование этих инструментов и с их помощью разрабатывают стандарты, которые становятся новым (и постоянно меняющимся) подходом компании. Задача руководства — дать сотрудникам компании право пересматривать и совершенствовать эти стандарты, пока они не будут обновлены. Идет ли речь об инструментах на бумажных носителях или об их электронной версии, инженеры, отвечающие за определенную часть автомобиля, должны распоряжаться ими по-хозяйски. Именно это хозяйское отношение — основа становления и развития бережливой организации. Без постоянного повышения уровня профессионализма, развитой функциональной структуры и функциональных групп, отвечающих за использование и пересмотр стандартов, мы повторим ситуацию с компьютерными базами данных NAC, которые используются от случая к случаю.

Эта глава завершает рассмотрение тринадцати принципов LPDS, проанализировав которые авторы пытались представить систему бережливой разработки продукции в Toyota в виде целостной модели. Мы надеемся, что эта модель поможет понять историю создания системы бережливой разработки продукции, ее сложность и ее потенциал. Хотя модель LPDS на бумаге не заменяет применение LPDS в режиме реального времени, задача этой книги — дать представление о структуре и инструментах мощной и эффективной системы. Основная идея книги заключается в том, что хотя отдельные составляющие бережливой разработки продукции имеют самостоятельную ценность, подлинную мощь они обретают лишь при гармоничном сочетании инструментов, процессов и человеческого фактора, которые дополняют и поддерживают друг друга. Следующая глава рассказывает о том, как Toyota, опираясь на комплекс согласованных принципов, обеспечивает целостность функционирования системы разработки продукции. Эта тема развивается в главах 17 и 18, где рассматривается вопрос о том, как разработать и внедрить систему бережливой разработки продукции в вашей компании.

### **Резюме принципа 13**

#### ***Использовать эффективные инструменты для стандартизации и обучения в масштабах организации***

В этой главе рассматриваются инструменты и методы, которые помогают реализовать потенциал неявных знаний или ноу-хау и стандартизировать процесс, продукцию и комплекс профессиональных знаний и навыков. Эти несложные инструменты не

требуют дорогостоящих аппаратных и программных средств. Однако они должны быть ясными, точными и логичными. Это значит, что поддерживать их в надлежащем состоянии и вносить нужные исправления и дополнения должны специалисты функциональных подразделений, которые работают с данными инструментами. Рассмотренные инструменты включают базу данных по ноу-хау — интегральную часть системы V-comm, контрольные листки по проектированию, матрицы качества, сендзу и стандартизированные карты процесса. Следует помнить, что разновидности инструментов, используемых для организационного обучения и стандартизации, далеко не так важны, как тип знания, с которым они работают, хозяйское отношение к процессу обучения, культура, ориентированная на обучение, и творческий подход к стандартизации.





## Раздел V

---

# **Создать целостную систему бережливой разработки продукции**



## Целостная система: собираем по частям

Чтобы сложная система была работоспособной, нужно соединить несколько работающих простых систем.

*КЕВИН КЕЛЛИ*

Рассматривая разработку продукции в Toyota, мы последовательно проанализировали три составляющие социотехнической модели: людей, процесс и технологию. Но хотя последовательное рассмотрение этих составляющих и упрощает понимание LPDS, в реальном мире люди, процессы и технологии работают не по отдельности и не изолированы от внешней среды. На самом деле разработка продукции в Toyota — это интегрированная развивающаяся система, а три подсистемы LPDS, описанные в этой книге, имеют общие элементы и работают во взаимодействии, образуя единое целое. Изменения одной системы всегда сказываются на двух других.

Эту мысль можно проиллюстрировать на примере несложной механической системы — двигателя. Самые лучшие поршни, цилиндры и инжекторы останутся всего лишь грудой деталей, если их не соединить вместе. А если учесть человеческий фактор, вы поймете, что дело обстоит еще серьезнее. При разработке продукции чрезвычайно важно, чтобы все компоненты идеально подходили друг к другу, — ведь именно это делает систему единым целым. Мы обнаружили, что потенциал системы часто определяется не эффективностью отдельных подсистем, а степенью их скоординированности и взаимной поддержки. Более того, результативность разработки продукции зависит не столько от компетентности специалистов отдельных функциональных подразделений, а от интеграции и сотрудничества всех людей, задействованных в потоке создания ценности при разработке продукции. В данной главе мы рассматриваем оба фактора — интеграцию подсистем и межфункциональную интеграцию.

Многие компании имеют хорошо развитые подсистемы и функциональные подразделения. Но при этом особенности подсистем очень часто

препятствуют координации их работы, а функциональные подразделения сотрудничают не столь тесно, чтобы обеспечить высокие темпы бережливой разработки продукции. Восприятие компании как единого предприятия отсутствует, подсистемы мешают друг другу, функциональные подразделения разобщены, а корпоративная культура делает акцент на личных достижениях, невольно стимулируя выполнение несовместимых задач. Составляющие системы постоянно конфликтуют, и организация без конца воюет сама с собой. Попытки внедрить бережливый подход, и в первую очередь процессы бережливой разработки продукции, в таких условиях оказываются безрезультатными, несмотря на самые благие намерения.

Следует подчеркнуть, что в Toyota нет выдающихся координаторов, которые обеспечивают согласованную работу сложных подсистем. Характерной чертой Toyota является использование простых процессов, работа которых основана на здравом смысле. Любая из трех подсистем, описанных в данной книге с помощью комплекса принципов, отличается элегантною простотой. Работа подсистем LPDS Toyota безупречно скоординирована, и все они взаимно поддерживают друг друга, образуя единое, гармоничное целое. Более того, все функциональные подразделения работают в тесном контакте на протяжении всего процесса разработки продукции. Это дает мощный синергетический эффект, который во многом объясняет эффективность системы разработки продукции в Toyota.

Благодаря тесной интеграции всех ее составляющих система работает бесперебойно. Три подсистемы, которые рассматриваются в этой книге — люди, процессы, инструменты и технология, — представляют собой элементы более крупной, хорошо скоординированной системы, работающей на единую цель. Эта цель — как можно быстрее и эффективнее поставлять на рынок продукцию высокого качества, и Toyota блестяще справляется с этой задачей. Кроме того, в Toyota хорошо понимают, что производство высококачественной продукции требует совместных усилий дизайнеров, разработчиков, технологов, инструментальщиков и специалистов-производственников. Интеграция перечисленных функциональных подразделений и координация их деятельности — ключ к эффективной разработке продукции (Clark & Fujimoto, 1991, Wheelwright & Clark, 1992).

Таким образом, для создания высокоэффективной системы бережливой разработки продукции необходимы два условия: 1) интеграция подсистем в целостную, скоординированную систему, единственная задача которой — разработка продукции, и 2) интеграция различных групп специалистов, которые нужны для разработки нового продукта. Сильной стороной системы бережливой разработки продукции являются тесная интеграция и общность культуры.

## **Интеграция подсистем: люди, процесс, инструменты и технология**

Создавая скоординированную систему разработки продукции, первым делом необходимо понять, что нужно потребителю. Затем следует разработать свободную от потерь последовательность операций или *процесс* создания ценности с точки зрения потребителя. Но эффективный процесс не даст результатов, если в нужный момент в вашем распоряжении не будет правильных *людей*. Чтобы процесс обеспечивал создание ценности, следует учитывать квалификацию людей, особенности организации и установленный порядок. И наконец, чтобы реализовать потенциал своих сотрудников, помочь им добиться успеха и облегчить их труд, вам понадобятся *инструменты и технологии*. Попытки использовать при проектировании и производстве лучшие инструменты и методы работы без учета системных факторов неоднократно заканчивались провалом программ внедрения бережливого подхода. Автор эпиграфа к данной главе предлагает начать создание сложной системы с формирования простых эффективных подсистем. Как отмечалось в главе 17, нельзя перестроить всю организацию одним махом. Вам придется начать с отдельных участков и постепенно преобразовывать один поток работ за другим.

Как уже рассказывалось в этой книге, большинство компаний сталкиваются с трудностями из-за рассогласованности систем разработки продукции, которые не оправдывают ожиданий при создании ценности для потребителя. В большинстве случаев эти компании не только не уделяют внимания интеграции процессов, людей, инструментов и технологии, но и не располагают концепцией целостной, скоординированной системы разработки продукции. Чтобы показать, как обеспечить согласованную работу взаимно поддерживающих подсистем, объединенных общими целями, мы рассмотрим интеграцию этих подсистем через призму пяти важнейших концепций бережливого производства: ценности, потока создания ценности, вытягивания, организации движения потока и совершенства, описанных в книге Вумек и Джонса «Бережливое производство»\* (*Lean thinking*, Womack and Jones, 1996).

## **Определение ценности: создавать ценность с точки зрения потребителя**

Создание ценности с точки зрения потребителя — первоочередная задача разработки продукции. Если вы не создаете того, что ценит потребитель, вы

\* Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. — Прим. пер.

понапрасну теряете время. Для людей, мыслящих категориями бережливого производства, создание ценности с точки зрения потребителя — важнейшая цель организации. Toyota успешно добивается этой цели, четко определяя задачи, стоящие перед людьми, процессом и инструментами. Данный процесс начинается на этапе кенто при создании и распространении концептуального проекта главного инженера. Опираясь на этот документ, анализ продукции конкурентов и информацию, собранную при посещении заводов-изготовителей, команды разработки модулей ставят конкретные задачи на уровне отдельных компонентов, воплощая в жизнь концепцию главного инженера. Представители функциональных подразделений поддерживают концепцию ценности с точки зрения потребителя, разработанную главным инженером, и активно знакомят с данной стратегией свои подразделения. При этом в составе команд разработки модулей представлены как проектно-конструкторские подразделения, так и отделы, которые занимаются разработкой технологии и организацией производства. Все это повышает шансы организации на успешное создание ценности для потребителя.

Такая практика приносит плоды там, где культура опирается на принцип «прежде всего потребитель». Ориентация на потребителя во много раз повышает эффективность процессов и инструментов. Люди, процесс и инструменты работают на создание ценности с точки зрения потребителя (см. табл. 16-1), а культура создания ценности с точки зрения потребителя становится опорой для людей, процесса и инструментов.

**Таблица 16-1.** Движущие силы создания ценности с точки зрения потребителя

Процесс	Люди	Инструменты
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Этап изучения (кенто) позволяет проанализировать ситуацию и договориться о стратегии создания ценности для потребителя;</li> <li>• Предварительное посещение заводов-изготовителей для выявления текущих проблем качества</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Система главных инженеров;</li> <li>• Команды разработки модулей (MDT);</li> <li>• Акцент на принцип «прежде всего потребитель»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Концептуальный проект главного инженера;</li> <li>• Аналитические таблицы, составленные по итогам демонтажа продукции конкурентов, используются для постановки конкретных, измеримых целей</li> </ul>

## Поток создания ценности: устранение потерь и вариации

В книге «Бережливое производство» Джим Вумек и Дэн Джонс подчеркивают важность сокращения или устранения потерь. Этот вопрос подробно

рассматривался в главе 5, где описаны конкретные виды потерь, характерные для процесса разработки продукции. Несущественные или излишние виды деятельности, не добавляющие продукту ценности, ведут к нерациональному использованию времени и ресурсов, что становится серьезной помехой потоку создания ценности в любом сколько-нибудь эффективном процессе разработке продукции.

Система бережливой разработки продукции требует устранять потери в процессе разработки продукции. В Toyota эта работа начинается с составления подробного графика работ и планирования загрузки, что позволяет максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Функциональные подразделения договариваются о скользящем графике выпуска документации, тем самым уменьшая размер партий. Стандартизированная коммуникация с помощью отчетов формата A3 и дисциплина решения проблем способствуют эффективному обмену информацией между функциональными подразделениями, а это сводит к минимуму объем потерь из-за плохо налаженного процесса передачи данных.

Стандартизация оптимальных методов работы, которые фиксируются в контрольных листках, обеспечивает единообразный подход к реализации проектов и помогает инженеру по параллельному проектированию (SE) выполнять широкий круг обязанностей. Это в свою очередь сводит к минимуму число передач документации из рук в руки и способствует четкому распределению обязанностей. Этап обучения, кенто, дает возможность выявлять и решать проблемы до начала реализации проекта. Такая практика в сочетании с проектно-конструкторскими и технологическими стандартами сводит к минимуму любые доработки, которые являются еще одним колоссальным источником потерь. Контрольные листки и стандарты Toyota в сочетании с дисциплиной процесса, которая является неотъемлемой частью культуры, помогают не упустить важные детали и избежать избыточного контроля качества и ненужных проверок. И наконец, будучи обучающейся организацией, Toyota рассматривает процесс разработки продукции как непрерывающийся цикл PDCA (планируй — делай — проверяй — действуй). Любой проект по разработке и каждый его этап помогают выявить возможности устранения потерь при реализации следующего проекта.

Эффективность борьбы с потерями в системе разработки продукции Toyota объясняется тем, что ее подсистемы взаимно усиливают друг друга. Инженер по параллельному проектированию не мог бы эффективно выполнять свои функции, если бы не контрольные листки, сендзу и стандартизированные процессы, которые сокращают передачи материалов из рук в руки. SE не справился бы со своими обязанностями и в том случае, если бы в процессе карьерного роста он не приобрел нужных знаний и

навыков. Процесс кенто был бы куда менее эффективным, если бы в нем не участвовали межфункциональные команды разработки модулей и не использовались такие инструменты, как матрицы качества и виртуальная сборка. В каждом из этих случаев подсистемы работают как единая структура, что дает синергетический эффект, и подтверждение тому — процесс разработки продукции, стимулирующий бережливое производство.

Процессы кенто — активная работа команд разработки модулей на ранних стадиях проекта и использование таких инструментов, как матрицы качества деталей, сендзу и стандартные технологические процессы, — способствуют повышению качества и бережливому производству до начала выпуска продукции. В совокупности все эти компоненты дают Toyota возможность в полной мере реализовать потенциал бережливого производства (см. табл. 16-2).

**Таблица 16-2.** Устранение потерь в процессе разработки продукции

Процесс	Люди	Инструменты
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Минимизировать количество передач материала из рук в руки;</li> <li>• Подробные графики и планирование загрузки;</li> <li>• Кенто минимизирует изменения и доработки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Группа инженеров по параллельному проектированию и карьерная лестница, которая стимулирует ответственность;</li> <li>• MDT заблаговременно выявляют и решают проблемы;</li> <li>• Производственный персонал осуществляет планирование</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольные листки;</li> <li>• Сендзу;</li> <li>• Карты стандартных процессов;</li> <li>• Матрицы качества;</li> <li>• Предварительная виртуальная сборка;</li> <li>• Обмен информацией с помощью отчетов формата A3</li> </ul>

### Устранить или изолировать вариацию

В любом процессе вариация выполнения задач и вариация поступления задач в сочетании с перегрузкой системы порождают длинные очереди, что увеличивает время выполнения заказа (Norpp & Spearman, 1996). Применение передовых практик разработки продукции позволяет значительно сократить продолжительность производственного цикла (Adler et al., 1996). Это не значит, что можно полностью искоренить вариацию, или что вариация — это всегда плохо. Вариация — неотъемлемая часть процесса разработки, и порой она играет позитивную роль, заставляя искать новые пути. Имея в виду эти особенности вариации, Toyota разработала стратегию, которая ограничивает большую часть вариации этапом разработки продукции, предшествующим утверждению модели в глине. Таким образом, компания изолирует вариацию до этапа реализации.



Культура системы разработки продукции формируется под влиянием культуры компании в целом. Там, где ценят стандартизацию процесса и уделяют пристальное внимание тщательности исполнения, культура системы разработки продукции не допускает проволочек. В Toyota процесс разработки продукции начинается с формирования команд разработки модулей, что происходит задолго до утверждения модели в глине. Эти команды выявляют и решают важнейшие проблемы проектирования, которые могут вызывать задержки на этапе реализации. Компания использует графики, которые сводят к минимуму вариацию поступления задач, а инженеры Toyota работают над стандартизацией процессов и контрольных листов, чтобы снизить вариацию выполнения задач за счет применения передовых практик.

Изготовление инструмента считается в Toyota производственной операцией и осуществляется с применением принципов бережливого производства. Такой подход снижает уровень вариации и объемы незавершенного производства, повышает качество и сокращает время выполнения заказа. В Toyota всегда высоко ценилось организационное единство, и это помогло компании автоматизировать процесс изготовления инструмента — инструментальщики не противятся автоматизации, поскольку привыкли доверять компании и знают, что она верна своим принципам. По мере совершенствования технологии инструментальщики становятся специалистами по моделированию в САПР, технологами, программистами и операторами станков с ЧПУ. Объединение потенциала людей, процесса и инструментов позволяет снизить вариацию, сократить время выполнения заказа и обеспечить стабильное, предсказуемое качество и своевременное выполнение работ (см. табл. 16-3).

**Таблица 16-3.** Снижение вариации в процессе разработки продукции

Процесс	Люди	Инструменты
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кенто для разработки эскизного проекта и раннего решения проблем до начала этапа реализации;</li> <li>• Стандартные процессы;</li> <li>• Бережливое производство инструмента</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Межфункциональные MDT формируются до утверждения модели в глине;</li> <li>• Дисциплина соблюдения графиков;</li> <li>• Доверие, опирающееся на верность принципу организационного единства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольные листки;</li> <li>• Карты стандартизированных процессов</li> </ul>

### Гибкое регулирование производительности

Как рассказывалось в главе 5, способность гибко регулировать производительность имеет решающее значение для циклического процесса разработки продукции (Adler et al., 1996; Loch and Terwiesch, 1999). Проще говоря, это

способность привлекать ресурсы, когда они нужны, и не платить за них, когда в них нет необходимости. С помощью гибкого регулирования производительности организация может обеспечить своевременное укомплектование проекта персоналом без лишних переговоров с поставщиками и дополнительного штата сотрудников на случай возможных всплесков объема работ.

Важнейшие предпосылки гибкого регулирования производительности в Toyota — это *стандартизированные навыки, стандартные процессы и проектно-конструкторские стандарты*. Стандартизация дает возможность подключать резерв технических специалистов к выполнению конкретного проекта точно вовремя практически без дополнительного инструктажа и по мере необходимости переводить их на другие проекты. (Кроме того, стандартизация позволяет Toyota передавать часть работ аффилированным компаниям, сводя к минимуму транзакционные издержки.)

Культура Toyota — компании, которая поощряет сотрудников за правильное выполнение процесса, верна принципу организационной целостности и воздает должное высокому профессионализму, — способствует гибкому регулированию производительности. Культурные ценности Toyota благоприятствуют росту технического мастерства и гибкости, позволяющей избежать потерь. Если компания не знает и не соблюдает собственных стандартов, подобные методы регулирования производительности приведут к неразберихе, задержкам и снижению качества. Toyota распространяет свои ценности и на поставщиков, которые предоставляют в ее распоряжение своих инженеров. Она обращается с такими компаниями как с партнерами и обучает инженеров по приглашению культуры Toyota и собственным подходам к проектированию (см. табл. 16-4).

**Таблица 16-4.** Гибкое регулирование производительности

Процесс	Люди	Инструменты
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Доскональное знание стандартных процессов;</li> <li>• Предварительное планирование производительности и «предохранительные клапаны» для ее регулирования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Карьерная лестница обеспечивает приобретение стандартных навыков;</li> <li>• Аффилированные компании — составная часть единого предприятия;</li> <li>• Объединенные резервы специалистов;</li> <li>• Людей поощряют за соблюдение норм процесса</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольные листки;</li> <li>• Проектно-конструкторские стандарты;</li> <li>• Карты стандартных процессов</li> </ul>

## Обеспечение вытягивания и потока

После того как компания сократила или устранила потери и вариацию при выполнении отдельных операций и оптимизировала поток создания ценно-

сти, следующая задача — обеспечить поток в процессе (Womack & Jones, 1996; Rother & Shook, 1998). Цель создания потока — добиться равномерного движения продукта от концепции к потребителю без задержек и помех. В разработке продукции это можно сделать при помощи параллельного проектирования и согласования деятельности функциональных подразделений.

Участники процесса разработки продукции в Toyota придерживаются скользящего графика выпуска проектно-конструкторской и технологической документации. Данные по мере необходимости вытягиваются очередным функциональным подразделением, а межфункциональные команды обеспечивают максимально эффективное использование доступных данных. Участники процесса не пытаются работать с меняющимися данными. К примеру, на самых ранних стадиях разработки продукции (в период кенто) команды разработки модулей собирают данные, актуальность которых, казалось бы, определится лишь месяцы спустя. Однако при этом MDT посещают заводы-изготовители, составляют матрицы и выполняют виртуальную сборку. Все эти работы выполняются по скользящему графику в режиме реального времени. Такие действия уместны и своевременны, поскольку дают возможность получить достоверные данные, значимые для начальных этапов разработки продукции и позволяющие предотвратить проблемы в процессе дальнейшей разработки и даже на производстве. Кроме того, культура Toyota предполагает тщательное исполнение, поэтому промежуточным задачам уделяется самое пристальное внимание. Это заставляет скрупулезно планировать выполнение отдельных задач и стимулирует синхронизацию, что в совокупности со стандартами и инструментами стандартизации помогает избегать ненужных проверок. Так поддерживается стабильный и непрерывный поток информации с момента утверждения модели в глине до начала производства. Как отмечалось выше, это в первую очередь относится к этапу изготовления инструмента, когда концепции бережливого производства помогают наладить поток в процессе изготовления инструмента и штампов, а в конечном итоге — сократить время выполнения заказов (см. табл. 16-5).

**Таблица 16-5.** Создание потока

Процесс	Люди	Инструменты
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Скользящий график выпуска документации в процессе разработки;</li> <li>• Синхронизация работ при параллельном проектировании;</li> <li>• Заблаговременное решение проблем в период кенто.</li> <li>• Бережливое производство инструмента</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тщательное исполнение;</li> <li>• Доверие, опирающееся на верность принципу организационного единства.</li> <li>• Глубокое знание процесса разработки продукции.</li> <li>• MDT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стандартный процесс;</li> <li>• Высокоточные станки, патентованные инструменты;</li> <li>• Виртуальная сборка на ранних стадиях процесса</li> </ul>

## Обеспечить эффективное производство

Одна из трех основных задач эффективной системы разработки продукции — создание конструкций и разработка процессов, позволяющих создавать продукцию высокого качества без потерь. На этапе разработки имеется максимум возможностей повлиять на затраты, качество и эффективность производства. Применяя соответствующие принципы на самых ранних этапах разработки продукции и процесса, вы сможете в полной мере реализовать потенциал бережливого производства. На страницах этой книги приводится немало примеров того, как система разработки продукции в Toyota становится главной движущей силой производственной системы. С самого начала процесса разработки продукции MDT изучают влияние новых технических решений на эффективность производства и эргономику. Инженеры используют проектно-конструкторские стандарты, стратегию модульного исполнения и стандартизированные технологические процессы, чтобы минимизировать вариацию и ускорить вывод производственного оборудования на рабочий режим.

Инженеры по организации производства, работающие в офисах и на заводах, принадлежат к единой централизованной структуре и имеют общие представления и цели. Инженеры по организации производства ведут собственные контрольные листки, которые направляются в отделы разработки продукции в начале реализации любого проекта. Так, если речь идет о штамповке, стандартизированные технологии изготовления инструментов и штампов, в частности прецизионная обработка и сборка, ускоряют наладку и сводят к минимуму вариацию при переналадке (см. табл. 16-6).

**Табл. 16-6.** Разработка стимулирует производственную систему Toyota

Процесс	Люди	Инструменты
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кенто;</li> <li>• Хансей;</li> <li>• Прецизионная обработка штампов позволяет минимизировать время переналадки и снизить вариабельность производства;</li> <li>• Технические решения, ориентированные на стандартные процессы, единая модульная структура (принципы крепления/ конструктивные сечения/ расположение сварных швов);</li> <li>• Посещение заводов до начала реализации проекта для заблаговременного принятия контрмер</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа межфункциональной MDT с лидером пилотной команды на производстве;</li> <li>• Отдел организации производства представляет собой единую централизованную структуру, специалисты, работающие в офисах и на заводе, имеют общие цели и одинаковый опыт;</li> <li>• Приоритетность требований производства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Матрицы качества</li> <li>• Виртуальная сборка</li> <li>• Патентованные инструменты;</li> <li>• Матрицы качества, описывающие проблемы качества и производительности;</li> <li>• Виртуальная сборка в период кенто</li> </ul>

## Совершенство: сделать обучение и непрерывное совершенствование интегральной частью процесса

«Стремление к совершенству» — это заключительный этап бережливых преобразований, сторонниками которых выступают Вумек и Джонс. Последовательно применяя методы бережливого производства, можно улучшать процесс бесконечно. Бережливое производство — это путешествие, а не пункт назначения, и лишь непрерывное совершенствование и обучение даст организации возможность выжить в острой конкурентной борьбе, которая идет в сфере разработки продукции в наши дни. Будет не лишним повторить, что обучение — важнейшая составляющая генетического кода Toyota (Spear & Bowen, 1999) и что для Toyota обучение — это прежде всего сохранение и передача ценнейшего неявного знания. В системе бережливой разработки продукции высокоэффективному обучению способствуют многочисленные инструменты и технологии, процессы и традиции организации, за которыми стоит особая культура. Эта книга освещает лишь часть подобных средств, показывая, как каждое из них распространяется, осваивается и применяется в Toyota (см. табл. 16-7).

**Таблица 16-7.** Обучение и непрерывное совершенствование как интегральная часть процесса

Процесс	Люди	Инструменты
<ul style="list-style-type: none"> <li>Размышление как составная часть процесса / хансей-мероприятия;</li> <li>Наставничество и обучение на рабочем месте</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокий уровень технической подготовки менеджеров;</li> <li>Обучение как часть генетического кода;</li> <li>Траектория повышения и аттестация персонала учитывают освоенные навыки;</li> <li>Лидер — учитель;</li> <li>Пересмотр и обновление контрольных листов теми, кто использует их в работе</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Решение проблем с помощью отчетов а3;</li> <li>Обучение;</li> <li>Демонстрации технологий поставщиков;</li> <li>База данных по ноу-хау;</li> <li>Проект новичка;</li> <li>Цикл PDCA</li> </ul>

## Межфункциональная интеграция

Скоординированные, взаимно поддерживающие друг друга подсистемы LPDS служат прочным фундаментом целостной системы разработки, общий потенциал которой превышает сумму возможностей ее составляющих. Однако эффективность разработки продукции зависит и от интеграции функциональных подразделений, которая позволяет избежать распыления ресурсов. Чтобы успешно поставлять на рынок высококачественную

продукцию, нужно объединить усилия большой группы специалистов разного профиля. Дизайнеры должны позаботиться о стиле, проектировщики — о работоспособности и технологичности, технологи — об эффективности производственных процессов, специалисты по инструментам и штампам — о своевременной подготовке качественного оборудования, производственники — о качестве готового изделия. Если функциональные подразделения работают синхронно, согласовывая свои действия и помогая друг другу, ваша продукция будет вне конкуренции. Степень согласованности действий подразделений при движении к единой цели определяет успех предприятия в целом. В предыдущих главах, главным образом в главе 8, рассказывалось о семи способах межфункциональной интеграции. В свете информации, представленной в данной главе, имеет смысл вспомнить их еще раз.

*Интегрированные команды разработчиков.* Формально они появились совсем недавно, однако на самом деле подобные команды существовали десятки лет, работая на достижение общих целей. В их состав входят представители функциональных подразделений, которые подключаются к работе на ранних стадиях разработки продукции и процесса, когда принятые решения имеют определяющее значение для конечного успеха проекта. Поскольку члены команды продолжают работать в соответствующих функциональных подразделениях, все проекты опираются на единую базу знаний, и компания не рискует растерять накопленный опыт.

*Обея как метод работы в команде.* Еще одно недавнее нововведение Toyota, обея, объединяет участников разработки продукции на протяжении всего проекта. Это своеобразный штаб, где менеджеры функциональных подразделений несколько раз в неделю встречаются с главным инженером и его помощниками. Такие встречи способствуют быстрому принятию решений и обмену информацией между подразделениями.

*Контрольные листки и стандартизация.* На первый взгляд эти инструменты не влияют на интеграцию, поскольку они лишь фиксируют, что происходит при осуществлении отдельного процесса или операции. Но если функциональное подразделение соблюдает нормы стандартного процесса и проектно-конструкторские стандарты, прочие группы будут знать, что стоит ожидать от этого подразделения и когда.

*Функциональная сборка.* Функциональная сборка, о которой рассказывалось в главе 13, — один из ключевых факторов интеграции, так как она заставляет специалистов разного профиля совместно принимать тактические решения с учетом критериев системного уровня. Тесный контакт технических специалистов при сборке автомобиля упрощает обмен информацией между функциональными подразделениями. Каждый специалист делится

собственными профессиональными знаниями, а групповые решения принимаются с учетом объективных данных и единой цели.

*Стандартизированная коммуникация с помощью отчетов формата А3.* Надежная коммуникация имеет решающее значение для интеграции. Поскольку в реализации проекта по разработке продукции участвует множество специализированных групп, каждая из которых применяет собственный жаргон и терминологию, это усложняет обмен информацией. В отчетах формата А3 используются графики и лаконичные формулировки, поэтому они помогают специалистам преодолеть разногласия и найти общий язык.

*Инженеры-резиденты.* Toyota привлекает к временной — на срок до трех лет — работе инженеров компаний-поставщиков. Такие временные назначения — особенно если инженеров направляют в аффилированные компании — оказывают благотворное влияние на интеграцию различных структур и распространение стандартизированных методов работы и технических знаний. Подобная практика сплачивает людей, которые чувствуют себя частью единого предприятия.

*Хансей-мероприятия.* В ходе этих мероприятий различные группы собираются вместе, чтобы обсудить результативность текущего или только что завершенного проекта. Эти мероприятия не только дают возможность учиться и совершенствоваться, но и улучшают координацию работ на межфункциональном уровне. Обсуждение итогов совместной работы формирует у разных функциональных подразделений чувство общей цели.

Занимаясь межфункциональной интеграцией в процессе разработки продукции, Toyota не пускает дело на самотек. Семь перечисленных способов интеграции позволяют объединить всех участников создания нового автомобиля и избежать недостатков проектных команд по разработке платформ. Опираясь на данные механизмы, подсистемы LPDS и культуру, Toyota сформировала целостную, скоординированную систему разработки продукции. Такую систему можно по праву назвать гармоничной.





## Устранение потерь в потоке создания ценности при разработке продукции

Я хорошо помню, как мы с отцом спорили об одном новом проекте. Я был против, и мои аргументы возымели верх. Но тогда отец попросил меня все-таки взяться за этот проект, и я согласился. К моему великому удивлению, проект имел огромный успех. С тех пор я предпочитаю проверять, а не спорить.

*Кийтиро Тоёда (о своем отце Сакити Тоёда)*

В предыдущих главах рассматривались принципы и структура бережливой системы разработки продукции и приводились примеры конкретных методов и аспектов корпоративной культуры, которые стимулируют или сдерживают потенциал этой мощной стратегии. Читатель может спросить, как при помощи данной книги преобразовать собственную систему разработки продукции в бережливую. В двух последних главах книги мы расскажем про инструменты, методы и идеи, которые помогут совершить это непростое, но увлекательное путешествие. Данная глава посвящена совершенствованию процесса разработки продукции путем оптимизации потока создания ценности и применения принципов бережливой разработки продукции. В главе 18 рассматриваются проверенные методы формирования бережливой культуры.

Как считают Ротер и Шук (Rother & Shook, 1998), поток создания ценности — это все действия (как добавляющие, так и не добавляющие ценности), нужные, чтобы из сырья (и/или концепции) создать готовую продукцию. Составление карт потока создания ценности (VSM, Value Stream Mapping) — эффективный метод графического изображения этих действий, а также потока информации и материалов между этими действиями. (Toyota, которая разработала данную концепцию для производства, называет это схемой материального и информационного потоков.) Составляя карту потока создания ценности, вы получаете наглядное представление о процессе в целом. Чтобы полностью преобразовать процесс, в первую очередь следует

составить карту будущего состояния потока создания ценности. Текущее состояние — это фундамент. Будущее состояние — это концепция, которую вам предстоит реализовать. Для Ротера и Шук VSM служит проверенным средством совершенствования производственных процессов, которого не доставало многим программам по освоению бережливого производства. Ротер и Шук считают, что карта потоков создания ценности эффективна потому, что:

- помогает увидеть не только отдельные процессы;
- помогает не просто выявить потери, но и обнаружить их источники;
- карта — это общий язык для всех участников процесса;
- помогает увязать устранение отдельных проблем с общей концепцией будущего состояния системы;
- карта — основа для составления плана внедрения. Она помогает вам понять состояние системы в целом и спроектировать программу внедрения бережливого производства;
- карта делает многие решения, связанные с потоком, очевидными;
- карта показывает связь между информационным и материальным потоками.

Главное в составлении карт потоков создания ценности — это системный подход к управлению изменениями. Поскольку вы стремитесь изменить комплексную систему, мало выявить и решить изолированные проблемы в отдельных процессах. Составление карты потока создания ценности не заканчивается картинкой текущего состояния. *Карта текущего состояния позволяет вам оценить реальное положение дел, но подлинным шагом вперед становится разработка концепции будущего состояния.* Именно она дает возможность представить систему в перспективе и разработать план действий, чтобы претворить вашу концепцию в жизнь.

Давая свое определение VSM, Ротер и Шук учитывали процессы разработки продукции. Однако первым, кто адаптировал концепцию VSM к условиям разработки продукции, создав методику PDVSM, был один из авторов этой книги (Morgan, 2000). Несмотря на то что данная методика ориентирована прежде всего на разработку, ее можно использовать для любого процесса, при котором различные функциональные подразделения параллельно выполняют ряд взаимосвязанных задач. В данной главе мы дадим общее описание концепции, а в приложении приведем конкретный пример. Пошаговые инструкции по ее применению можно найти в рабочей тетради по PDVSM, составленной Морганом.

## Составление карт потока создания ценности при разработке продукции (PDVSM)

Многие проблемы, органически присущие сложным процессам, особенно остры в процессе разработки продукции, поэтому при проектировании PDVSM важна не менее (а может быть и более), чем VSM — на производстве. Эффективность данного инструмента объясняется рядом причин.

1. *Вариабельность поступления и выполнения задач, которые порождают длинные очереди, потери и скопление запасов обрабатываемой информации,* — обычное дело для разработки продукции. Хотя определенная вариабельность в процессе проектирования неизбежна и даже полезна, исследования, проведенные авторами, наряду с уже упоминавшимся исследованием Адлера, говорят о том, что ею можно управлять.
2. *Процесс разработки продукции, как и традиционные производственные процессы, изобилует действиями, не добавляющими ценности, т.е. потерями.* Длительность и сложность данного процесса препятствует выявлению действий, не добавляющих ценности, значительная часть которых остается скрытой.
3. *Существуют особые закономерности перехода продукта от одного этапа к другому.* Несмотря на прерывистый характер процесса разработки продукции, он представляет собой движение вперед — от концепции к потребителю. В сущности, процесс разработки продукции состоит из множества поступательных потоков информации и решений, а возникающие проблемы аналогичны проблемам на производстве (например, поток единичных изделий в противовес комплектованию партий).
4. *Производительность и проблемы планирования.* Загрузка системы — один из важнейших факторов, позволяющих планировать время выполнения заказа на производстве и при разработке. Измеряется ли она в человеко-часах или объеме выпуска продукции, параметр пропускной способности должен учитываться всегда. Для систем разработки продукции характерны всплески и спады объема работ, причем в период всплесков загрузка системы значительно превышает ее пропускную способность.
5. *Передача материала из одного функционального подразделения в другое.* При разработке, так же как и на производстве, самые серьезные проблемы, как правило, возникают на стыках процессов.
6. *Следует постоянно анализировать, стандартизировать и улучшать рабочий процесс.* Хотя разработка продукции и ее производство имеют разную природу, оба процесса нуждаются в совершенствовании.

7. *Острая потребность в сокращении времени выполнения заказа.* Составление карт потока создания ценности нацелено на сокращение продолжительности цикла и времени пребывания в системе по отношению к времени добавления ценности. Основная цель эффективной системы разработки продукции — неуклонно сокращать промежуток времени между началом разработки продукции и ее выпуском на рынок.
8. *Выполнение задач должно быть синхронизировано.* Занимаясь разработкой продукции, следует синхронизировать работу разных функциональных подразделений или рабочих мест, чтобы минимизировать потери из-за переделок и доработок и в полной мере пользоваться преимуществами параллельного проектирования.
9. *Нужно выявлять и устранять узкие места.* Предел возможностей процесса разработки продукции, как и предел возможностей производственного процесса, определяется самым слабым звеном.
10. *Создание потока.* Устранив потери, следует обеспечить единый поток процесса, синхронизируя работу функциональных подразделений и выявляя узкие места. Для разработки продукции это столь же важно, как и для производства.

Процесс разработки продукции, как и производственный процесс, можно усовершенствовать, если межфункциональная команда составит карту потока создания ценности и разработает четкий план действий.

## **Особенности составления карт потока создания ценности при разработке продукции и на производстве**

Хотя производство и разработка продукции имеют ряд общих черт, между ними есть существенные различия, и мы еще не встречали компании, которой удалось повысить эффективность разработки продукции с помощью тех же инструментов, что используются на производстве. Чтобы эффективно использовать PDVSM, следует уяснить ряд уникальных особенностей разработки продукции, отличающих ее от производства.

1. *Разработка продукции по большей части представляет собой работу с информационным потоком, а не с материальными объектами.* Первоочередное внимание уделяется информации, куда более расплывчатой и эфемерной, чем сырье для изготовления продукции. На более поздних этапах изготавливается инструмент, штампы и выполняются другие производственные процессы, но на первых порах работа идет исключительно с данными. Поскольку данные могут «находиться одновре-

менно в нескольких местах», можно выполнять различные задачи по разработке продукции не последовательно, а параллельно.

2. *Время разработки продукции измеряется неделями, месяцами и даже годами (в отличие от производства, где счет идет на минуты и секунды); зачастую сроки определяются очень нечетко и отличаются высокой вариабельностью.* Это отражается на процессе составления карт потока создания ценности и обучении/непрерывном совершенствовании.
3. *Разработка продукции отличается от традиционного производства характером работы.* Ее результаты нематериальны и зачастую невидимы. Питер Друкер называет такую деятельность «работой со знаниями». Она более разнообразна и менее предсказуема.
4. *Информационные и материальные потоки часто носят нелинейный характер, они имеют множество направлений.* Значительная часть работы представляет собой повторяющиеся или циклические операции либо обсуждение и отбрасывание альтернатив. В отличие от последовательной обработки сырья, в результате которой можно получить готовый продукт, процесс разработки продукции скачкообразен: движение вперед перемежается с отступлениями назад. Разнообразные виды деятельности осуществляются одновременно и связаны между собой двунаправленными потоками информации. Процесс разработки продукции не столь предсказуем, как традиционное производство, и требует более интенсивного обмена информацией в разных формах.
5. *В процесс разработки продукции вовлечено значительно больше участников, а их состав более разнообразен.* Процесс разработки продукции требует знания множества технических дисциплин, поэтому в нем участвуют различные функциональные подразделения, каждое из которых выполняет комплекс задач и подзадач.

Хотя эти отличия действительно имеют место, не следует забывать о том, что процессу разработки продукции присущи многие особенности любого многостадийного процесса.

## **Отличия процесса разработки, важные для составления карт процесса разработки продукции**

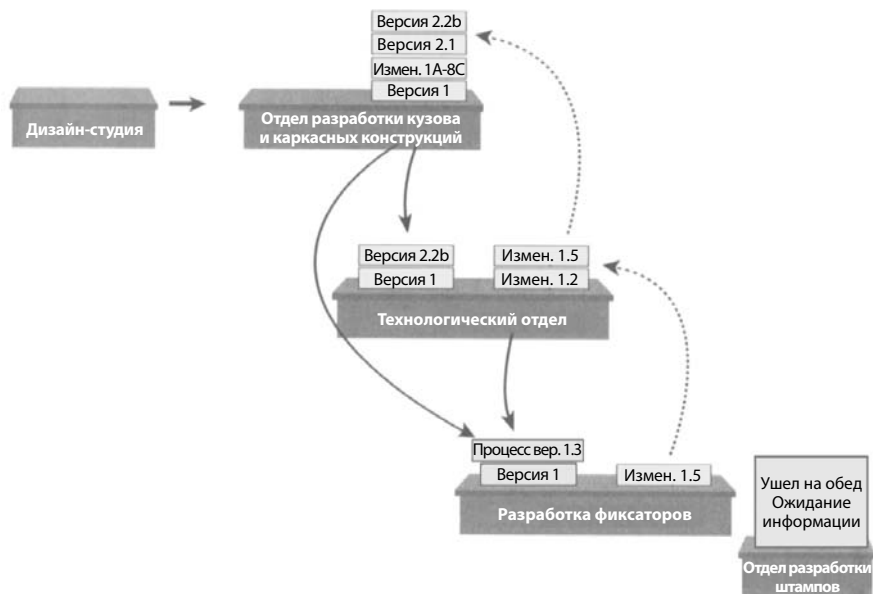
В табл. 17 показаны некоторые особенности процесса разработки продукции, которые создают серьезные трудности при построении карт. Вам придется решать каждую из этих проблем в отдельности, применяя в качестве контрмер особые методы составления карт.

**Таблица 17-1.** VSM на производстве и в процессе разработки продукции

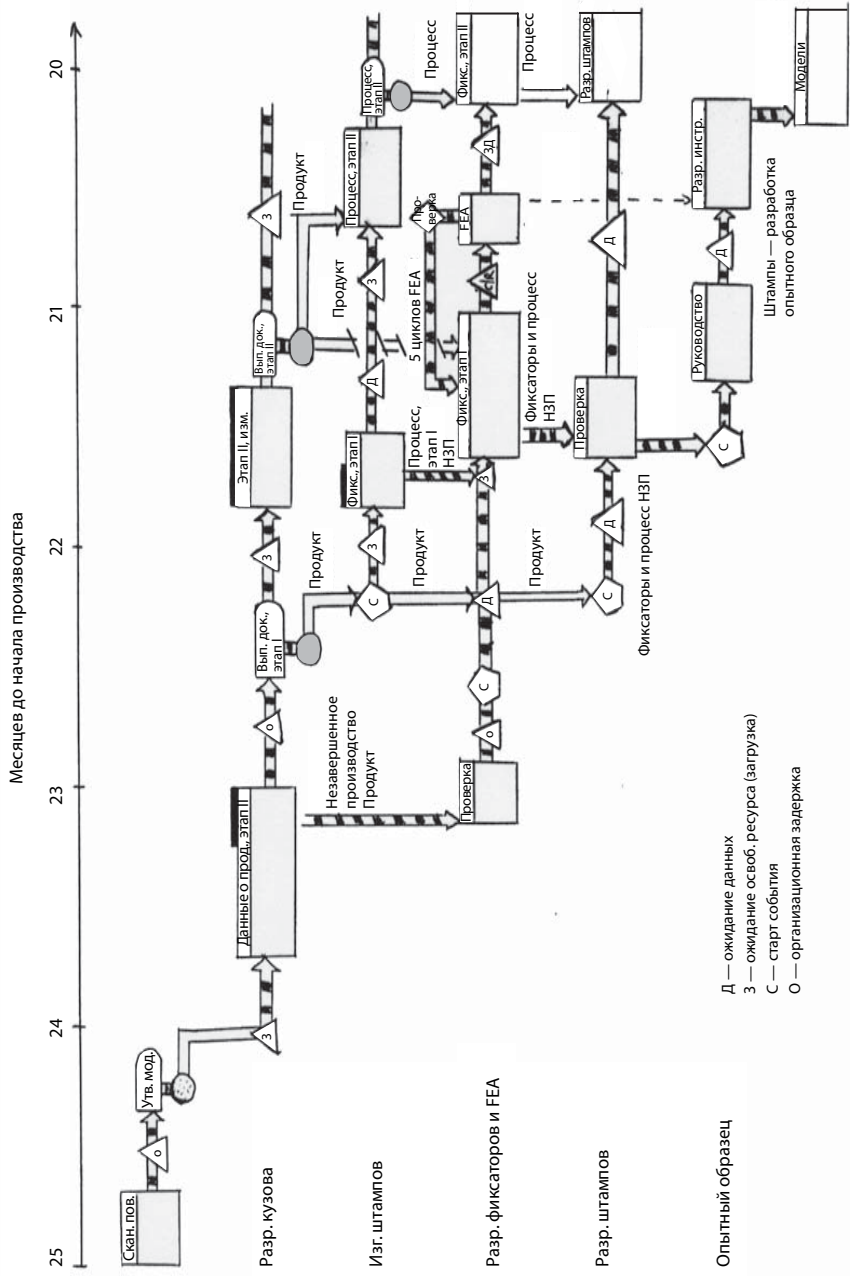
Процесс разработки продукции	Традиционный производственный процесс
• Виртуальный информационный поток	• Материальный поток продукции
• Недели и месяцы	• Секунды и минуты
• Главным образом работа со знанием	• Изготовление материальных объектов
• Нелинейные потоки, множество направлений	• Линейное движение
• Большие группы специалистов разного профиля	• Главным образом производственное предприятие

### *Данные носят виртуальный характер*

При составлении карт потока создания ценности на производстве основное внимание уделяется материальному потоку. Информация играет вспомогательную роль, способствуя превращению сырья в конечный продукт. Определить местонахождение материальных объектов в любой момент времени не сложно, что значительно упрощает процесс составления карт. При разработке



**Рис. 17-1.** Виртуальные данные могут одновременно находиться в нескольких местах



**Рис. 17-2.** Поток создания ценности при разработке продукции. Работа отдельных функциональных подразделений соотносена с временной шкалой

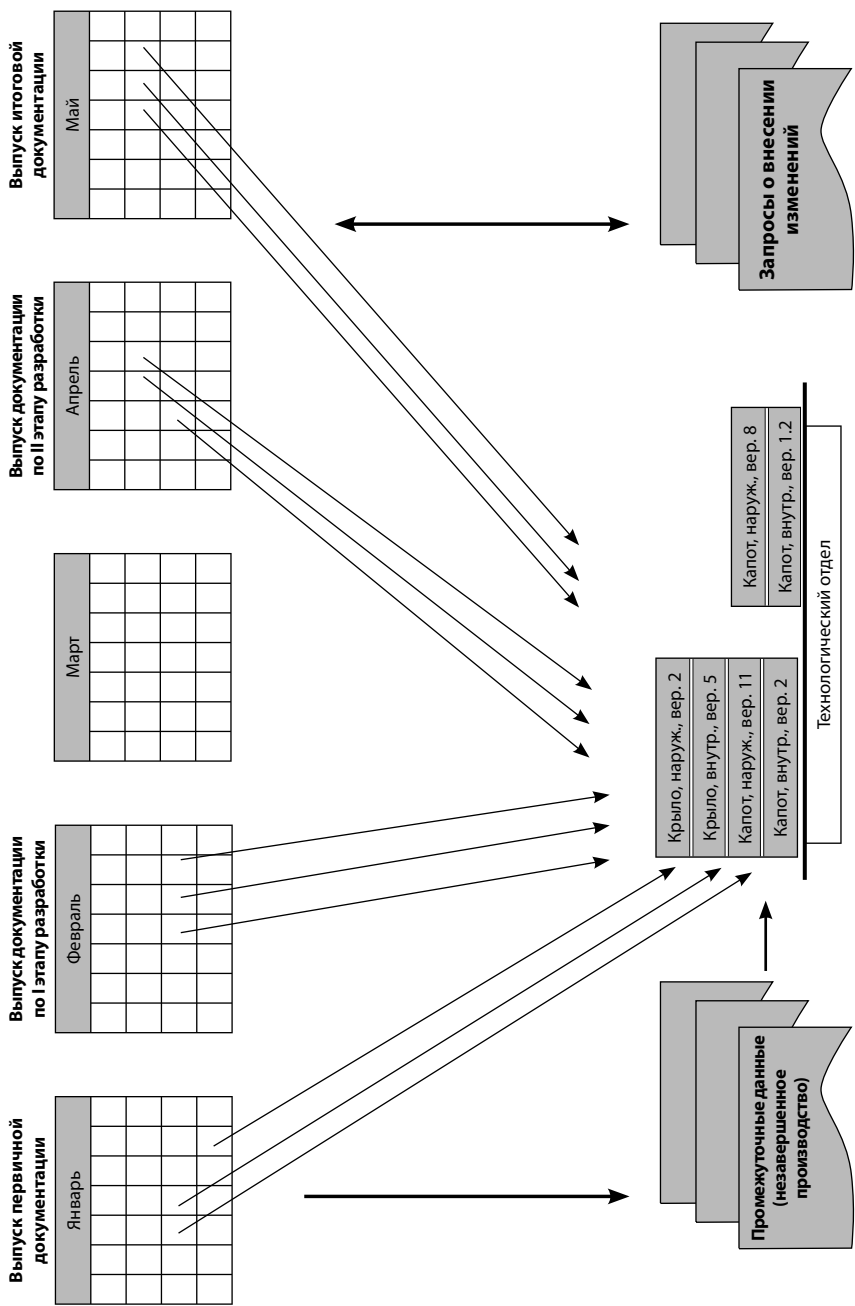
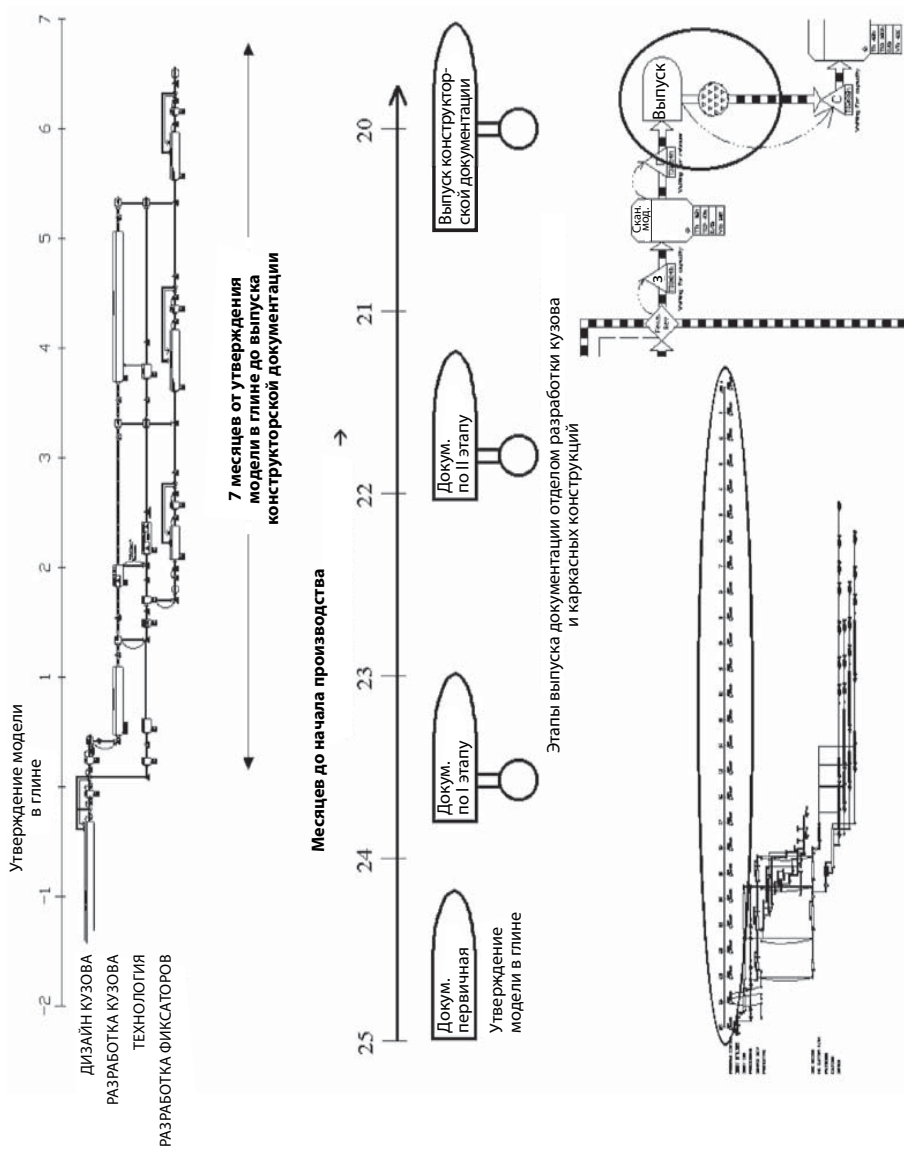


Рис. 17-3. Сроки поэтапного выпуска документации





**Рис. 17-4.** Карта потока создания ценности при разработке продукции: этапы проекта и выпуск промежуточной документации

продукции вам приходится изучать развитие идей и потоки данных, которые могут одновременно находиться в нескольких местах, что очень удобно для параллельного проектирования (см. рис. 17-1), но усложняет составление карт (и координацию работ), поскольку на карте все это нужно описать.

Эти трудности можно преодолеть, представив работу отдельных функциональных подразделений в виде горизонтальных уровней или слоев, соотнесенных с единой временной шкалой. Это позволяет увидеть, какие виды деятельности в процессе разработки продукции осуществляются одновременно (рис. 17-2) и помогает осмыслить процесс на системном уровне. Такой подход делает VSM полезным для координации параллельного проектирования.

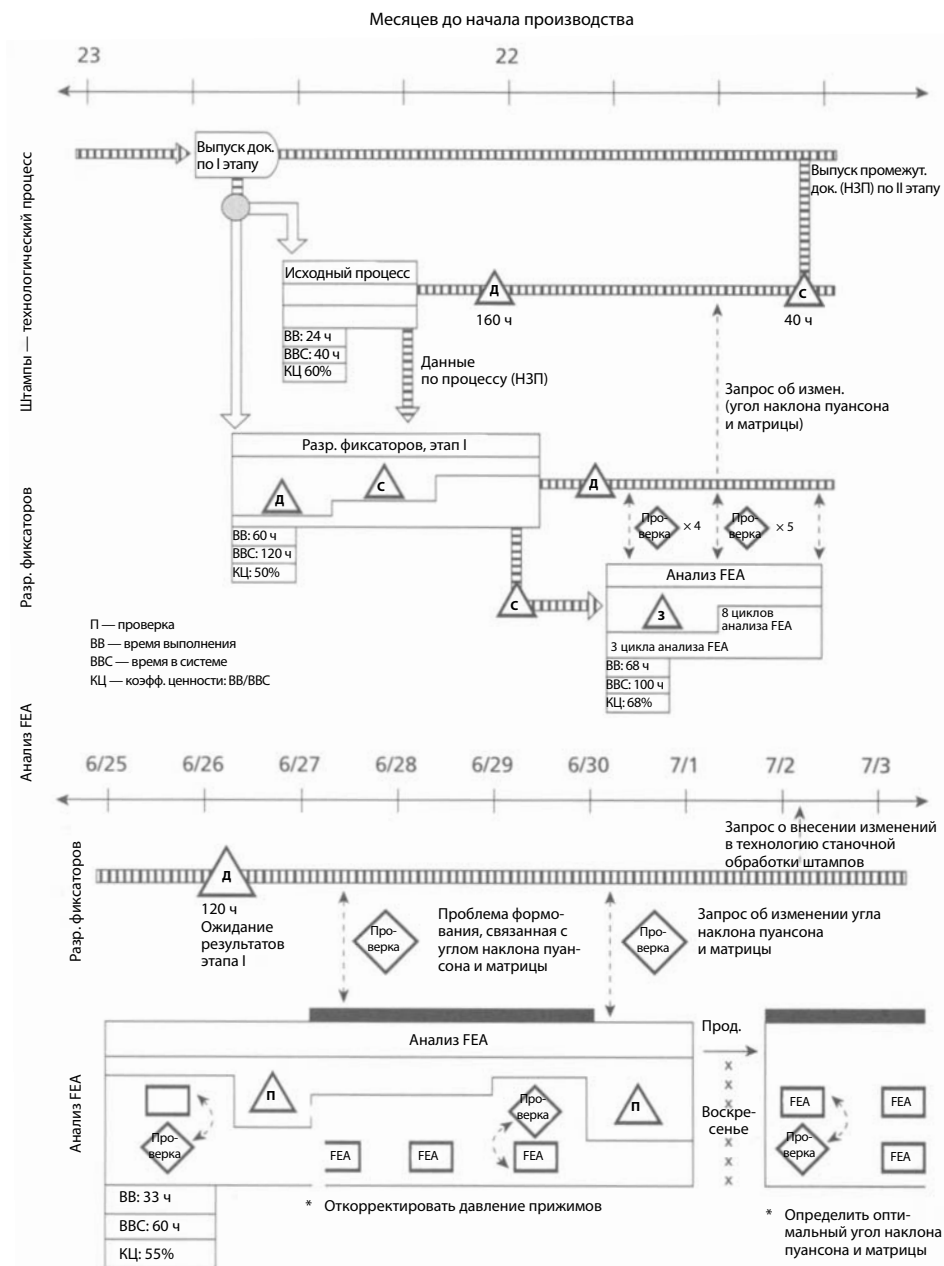
Одновременное осуществление различных видов деятельности затрудняет применение принципа «иди и смотри», поскольку «отправиться к источнику проблемы», как рекомендует традиционная методика составления карт потока создания ценности, становится не так-то просто. Ведь люди, как и материальные объекты, не могут находиться сразу в нескольких местах. Впрочем, благодаря длительности процесса разработки у вас будет достаточно времени, чтобы задокументировать различные виды деятельности функциональных подразделений, используя журналы регистрации действий и беседуя с участниками процесса, а различные компьютерные технологии помогут вам мгновенно фиксировать перемещение виртуальных данных.

### *Более длительные сроки*

Еще одно существенное отличие разработки продукции от производственного процесса — более длительные сроки, имеющие большую вариабельность. На производстве время выполнения отдельных операций измеряется минутами и даже секундами, оно обычно стабильно, предсказуемо и практически не подвержено вариации. При разработке продукции время выполнения отдельных задач измеряется неделями, месяцами и даже годами и варьируется в широком диапазоне (см. рис. 17-3).

Поэтому на карте потока создания ценности при разработке продукции на рис. 17-4 все виды деятельности откладываются вдоль временной шкалы, размещенной вверху. Кроме того, можно обозначить планируемые сроки завершения основных этапов и сравнивать с ними фактическое время окончания работ (см. рис. 17-4).

Временная шкала меняется в зависимости от масштаба карты. Если вы составляете крупноблочную карту, отражающую взаимодействие функциональных подразделений, уместно измерять время в неделях и даже месяцах.



**Рис. 17-5.** PDVSM разной детализации (вверху время измеряется месяцами, внизу — днями)

Если же вы изучаете один вид деятельности, составляя карту отдельного процесса, есть смысл измерять время в днях (см. рис. 17-5).

### *Работа со знанием*

При традиционном производстве в цехе работают люди и станки. При разработке продукции большая часть активности представляет собой умственную деятельность по обработке знания. Если такая работа не документируется, она невидима и ее трудно отобразить на карте. Чтобы собрать сведения о сроках выполнения работ для составления карты текущего состояния, можно снабдить медленно перемещающиеся материальные объекты — штампы или зажимные приспособления — идентификационными ярлыками. На рис. 17-6 показан пример ярлыка, который использовался для отслеживания потока и фактических сроков выполнения работ при разработке инструмента. Данные о сроках выполнения работ можно записать в журнал. Пример такого журнала, в котором отражен процесс разработки прижимов, показан на рис. 17-7. На рис. 17-8 представлена реальная карта текущего состояния процесса разработки прижимов, составленная на основе данных журнала регистрации.

Идентификационные ярлыки прикрепляются к инструменту. Работники завода или рабочие, которые занимаются перемещением материалов, делают соответствующие пометки на ярлыке каждый раз, когда инструмент попадает им в руки.

Хотя регистрационные журналы и беседы с сотрудниками имеют свои недостатки, последние можно восполнить с помощью технологий, которые позволяют отслеживать изменение данных и пользоваться перекрестными ссылками (такие технологии рассматривались выше). Материальные и виртуальные свидетельства обработки знания тоже позволяют судить о проделанной работе. Виртуальные свидетельства включают изображения деталей, выполненные с помощью компьютерной графики, результаты испытаний, представленные с помощью анимации, и сами данные. Показателями состояния проекта, распределения ресурсов и качества служат и материальные свидетельства — глиняные модели, чертежи, опытные образцы деталей, инструменты и, наконец, готовый продукт.

Следует заметить, что для совершенствования процесса не всегда нужны сверхточные данные. Приблизительная оценка временных интервалов позволяет выявить крупные потери и, разработав концепцию будущего состояния, значительно улучшить процесс. Часто при проведении весьма эффективных практических семинаров по составлению карт потока создания ценности, в которых участвуют межфункциональные команды, участники дополняют имеющиеся данные приблизительными расчетами.

### Лицевая сторона ярлыка

Этапы технологического процесса				
Деталь № _____				
Дата	Начало	Окончание	Вид операции	Описание операции/ примечания
			<input type="checkbox"/> Наладка/Демонтаж <input type="checkbox"/> Цикл работы <input type="checkbox"/> Ручная операция <input type="checkbox"/> Повторная наладка <input type="checkbox"/> <b>Задержки/Очередь</b>	Отслеживайте деятельность (добавляющую ценность), продолжительность наладки, станочной обработки, ручных операций и любые задержки.
			<input type="checkbox"/> Наладка/Демонтаж <input type="checkbox"/> Цикл работы <input type="checkbox"/> Ручная операция <input type="checkbox"/> Повторная наладка <input type="checkbox"/> <b>Задержки/Очередь</b>	
			<input type="checkbox"/> Наладка/Демонтаж <input type="checkbox"/> Цикл работы <input type="checkbox"/> Ручная операция <input type="checkbox"/> Повторная наладка <input type="checkbox"/> <b>Задержки/Очередь</b>	
Дата: _____ Заверил (подпись): _____				

### Оборотная сторона ярлыка

Регистрация перемещений инструмента				
Дата	Время	Откуда	Куда	Описание перемещения
				Отслеживайте перемещение инструмента в пределах завода.  Заполните графы ОТКУДА и КУДА и запишите причину перемещения
Дата: _____ Заверил (подпись): _____				

**Рис. 17-6.** Сбор данных с помощью идентификационных ярлыков

Раздел V. Создать целостную систему бережливой разработки продукции

Месяц	Неделя	Этап разработки детали
<b>1</b>	1	Утверждение модели в глине
	2	
	3	
	4	Отдел разработки кузова выпустил промежуточную документацию (НЗП). Ожидание официального ТЗ, чтобы приступить к работе
<b>2</b>	1	Отдел разработки кузова не выпустил документацию по I этапу по графику
	2	Выпуск документации по I этапу разработки. Разрешено проверить промежуточную документацию несмотря на отсутствие ТЗ
	3	
	4	
<b>3</b>	1	Отдел разработки кузова не выпустил документацию по II этапу по графику
	2	ТЗ получено. Группа немедленно приступила к работе. Вытягивание данных о последней версии продукта у отдела разработки кузова.
	3	Выпуск документации по II этапу. Вытягивание данных по II этапу у отдела разработки кузова. При анализе методом конечных элементов выявлена потенциальная проблема деформируемости — извещен отдел разработки кузова
	4	Проблемы деформируемости, выявленные в процессе анализа методом конечных элементов. Обсуждение плана действий совместно с отделом разработки кузова. Попытка решить проблему за счет внесения изменений в конструкцию фиксаторов. Анализ методом конечных элементов
<b>4</b>	1	Отдел разработки кузова не выпустил документацию по III этапу по графику. Попытка решить проблему за счет изменения конструкции фиксаторов. Анализ методом конечных элементов
	2	Ожидание обновленных данных
	3	Получены обновленные данные из отдела разработки кузова
	4	Выпуск документации по III этапу
<b>5</b>	1	Вытягивание итоговой документации у отдела разработки кузова
	2	
	3	
	4	Изменение технологической линии на штамповочном участке, не влияющее на разработку фиксаторов
<b>6</b>	1	
	2	
	3	
	4	

**Рис. 17-7.** Пример журнала. Разработка прижимов — внутренняя панель двери

Месяц	Неделя	Проектно-конструкторская работа	Рабочее время/ Всего (часы)
<b>1</b>	1		
	2		
	3		
	4	Ожидание технического задания (ТЗ)	0/40
<b>2</b>	1	Ожидание ТЗ	0/40
	2	Ожидание ТЗ Проверка первичной документации	8/40
	3	Ожидание ТЗ	0/40
	4	Ожидание ТЗ	8/40
<b>3</b>	1	Ожидание ТЗ	0/40
	2	I этап разработки фиксаторов	32/40
	3	Ожидание проверки результатов анализа методом конечных элементов. Внесение изменений в соответствии с этапом разработки фиксаторов. Анализ трех версий фиксаторов методом конечных элементов — три цикла	16/48
	4	Ожидание проверки результатов анализа методом конечных элементов. Анализ четырех версий фиксаторов методом конечных элементов — шесть циклов	20/40
<b>4</b>	1	Ожидание проверки результатов анализа методом конечных элементов. Анализ еще двух версий фиксаторов методом конечных элементов — три цикла	20/40
	2	Еще два цикла анализа методом конечных элементов не дали результатов	0/40
	3	II этап доработки фиксаторов в соответствии с обновленными данными. Сведения об усовершенствованной конструкции фиксаторов и штампов переданы участникам установочного совещания	40/48
	4	Ожидание данных и проверка результатов анализа методом конечных элементов. Усовершенствованная конструкция передана для анализа деформируемости методом конечных элементов — выполнен один цикл	8/40
<b>5</b>	1	Разработка прочих деталей. Подготовка итоговой документации с учетом изменений в конструкции фиксаторов	32/40
	2	Разработка прочих деталей. Подготовка итоговой документации с учетом изменений в конструкции фиксаторов. Передача итоговой документации по фиксаторам разработчикам штампов + итоговая проверка с помощью анализа методом конечных элементов (анализ прочих деталей)	16/40
	3	Ожидание итогового совещания с участием потребителя по проверке результатов разработки фиксаторов. Один цикл анализа методом конечных элементов для проверки последней версии фиксаторов — проблем нет	0/40
	4	Итоговое совещание. Проблем нет	0/40
<b>6</b>	1		0/40
	2		0/40
	3		0/40
	4		0/40

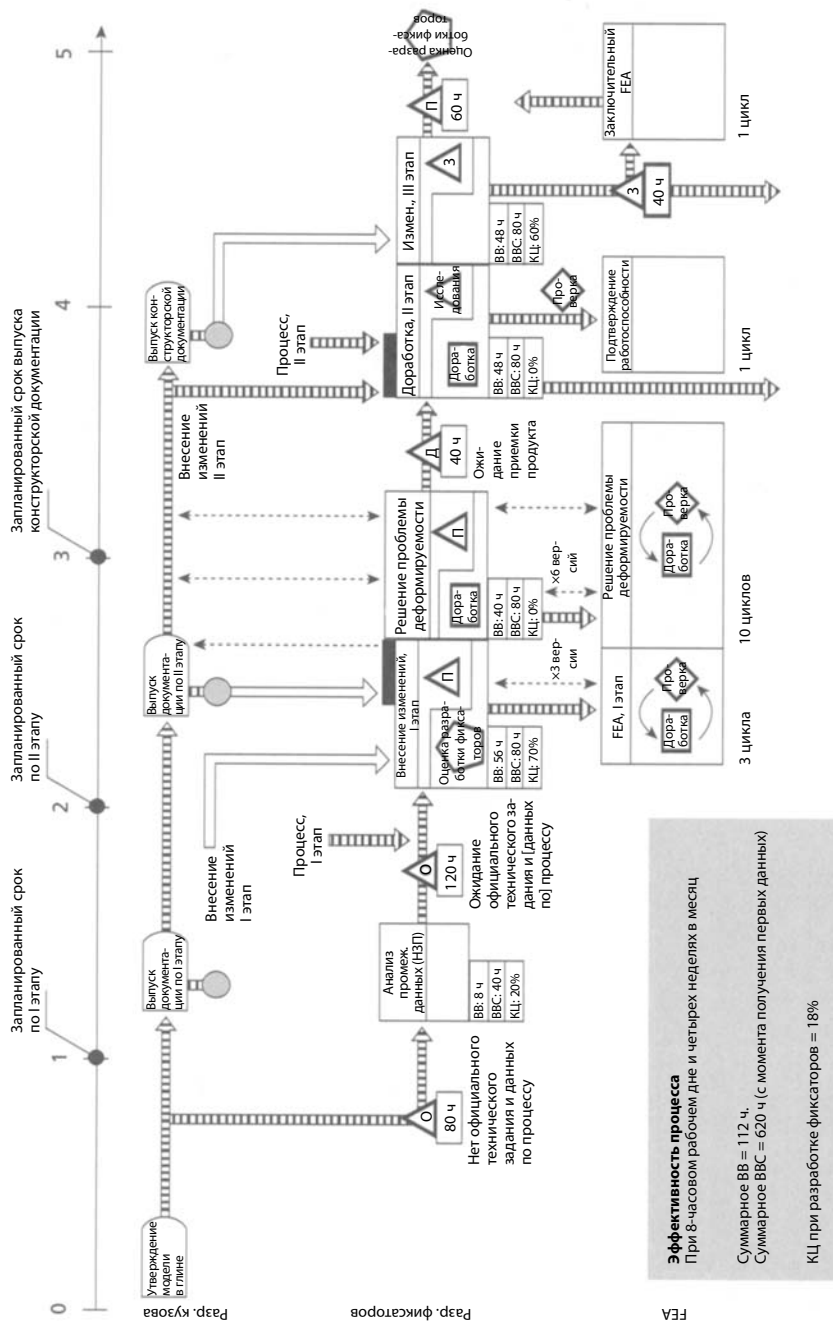


Рис. 17-8. Карта текущего состояния потока создания ценности при разработке фиксаторов



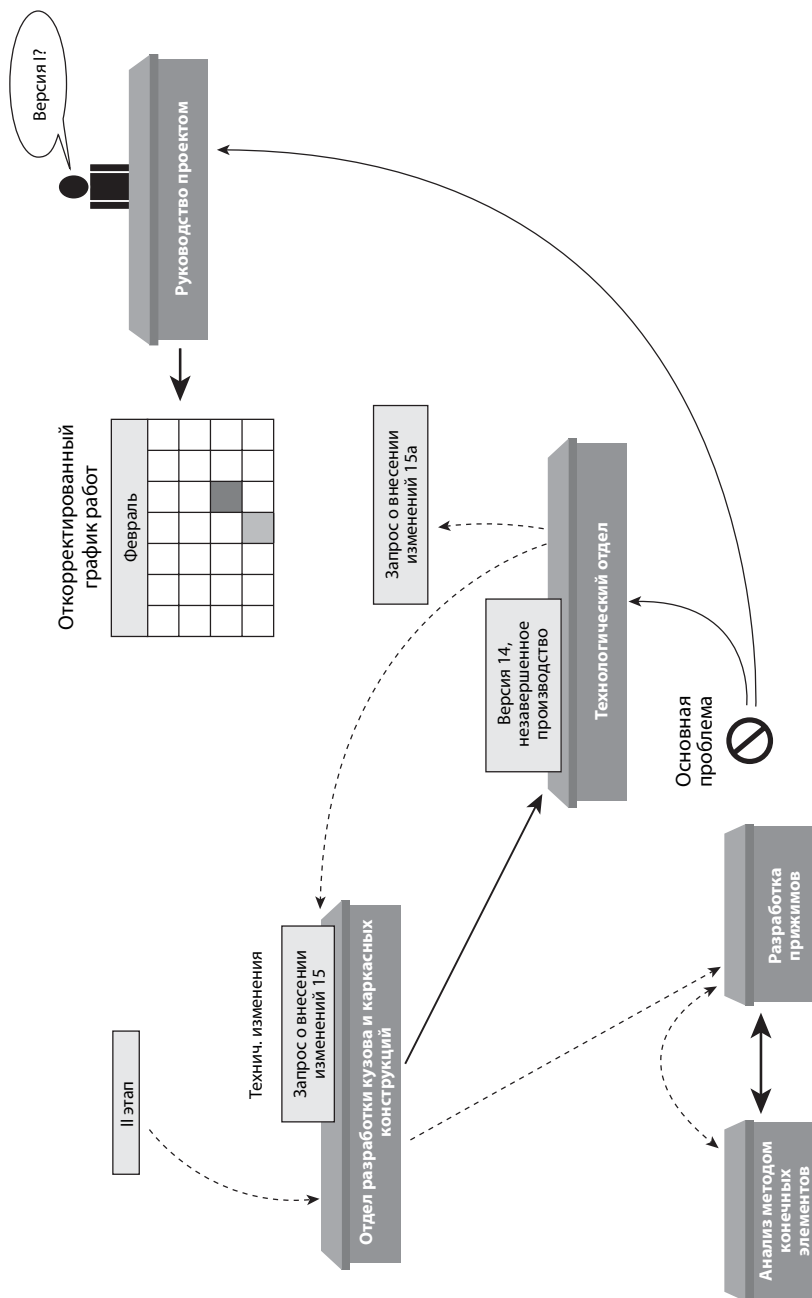
### *Сложный информационный поток*

На производстве поток создания ценности обычно является линейным и направленным в одну сторону, причем материал переходит из одного состояния в другое и в итоге в конечный продукт дискретным образом. Отдельные операции, если они выполнены правильно, не требуют повторения. Однако при разработке продукции значительная часть операций повторяется многократно, а подразделения, связанные сложной паутиной взаимоотношений, интенсивно обмениваются информацией. Наличие разнотипных данных и множества разнонаправленных потоков информации значительно усложняет составление карты потока создания ценности.

При разработке продукции важно отслеживать информационный поток, который включает выпуск первичной документации, обратную связь, технические изменения, данные о планируемых сроках выполнения работ и неформальный обмен информацией. Следует выявить точки принятия решений и повторяющиеся операции, поскольку и те и другие порождают длинные очереди и серьезные задержки в процессе. Есть несколько разновидностей информационных потоков, которые нужно отразить на карте:

- виртуальные данные о продукции. Необходимо нанести на карту даты выпуска промежуточной и итоговой документации и технических изменений;
- административные распоряжения или информация, предоставленная группами управления. К этой категории относятся сроки завершения основных этапов, графики выполнения работ, утверждение технических изменений, решения и санкции, заказы на поставку и объемы закупок, ведомости материалов и т.д.;
- данные обратной связи, поступающие в ответ на действия по реализации проекта. Примерами могут служить отзывы о технологичности конструкции конкретных деталей или мнение, высказанное в ходе межфункционального мероприятия, — при оценке опытного образца, проверке состояния проекта и т.д.

Составляя карту потока создания ценности, следует отразить каждый из этих информационных потоков, используя разные линии, цвета и графические символы. Параллельно нужно отслеживать процесс сужения круга данных. Под сужением круга данных понимается постепенное сокращение числа альтернативных проектных решений, которое завершается выбором оптимального варианта. Это тоже достаточно длительный процесс. На карте одинаковым цветом можно выделить различные варианты решений, которые параллельно



**Рис. 17-9.** Взаимодействие большой группы специалистов разного профиля в процессе разработки

прорабатываются в одном функциональном подразделении. Количество этих вариантов постепенно сокращается, пока не будет выбран один-единственный, после чего группа переключается на другой вид деятельности.

### *Большие группы специалистов разного профиля*

Процесс разработки продукции требует участия больших групп специалистов разного профиля (см. рис. 17-9), тогда как производственные кадры отличаются большей однородностью, идет ли речь о производственных рабочих или о вспомогательном персонале.

Именно этим различием объясняется важность методики PDVSM, которая позволяет «увидеть» процесс. Карты помогают функциональным подразделениям разобраться в сложной паутине взаимосвязанных процессов при разработке продукции и, как уже отмечалось выше, повышают эффективность параллельного проектирования, поскольку дают возможность быть в курсе происходящего в функциональных подразделениях в любой момент времени.

## **Практические семинары по PDVSM**

Собрав нужные данные с помощью журналов регистрации, можно построить точную карту текущего состояния потока создания ценности. Однако поскольку цикл разработки продукции бывает весьма длительным, это чрезвычайно трудоемкий метод, который оправдан лишь если высокая точность имеет решающее значение. Альтернативным подходом к созданию карт текущего и будущего состояния являются практические семинары по PDVSM. Этот эффективный подход разработал Морган (Morgan, 2001), когда начал работать с компаниями над совершенствованием существующих систем разработки продукции (см. рис. 17-10). Сбор данных с помощью идентификационных ярлыков и журналов регистрации позволяет получить весьма точную информацию, но такая работа занимает недели и даже месяцы. Практический семинар по PDVSM требует лишь некоторой подготовительной работы. Его участники могут воспользоваться приблизительными расчетами сроков, которые можно выполнить за несколько дней. На рис. 17-10 показана примерная программа трехдневного семинара по PDVSM. На таких семинарах можно установить эффективный диалог между функциональными подразделениями, который невозможно организовать с помощью журналов регистрации. (Разумеется, это не мешает использовать на семинаре по PDVSM данные, собранные с помощью журналов регистрации.)

Подготовительная работа		Практический семинар			Реакция руководства Отклик в течение 72 часов	Последующие мероприятия
<b>Определение области исследования</b>  Общее представление о бережливой разработке продукции  Кто потребитель?  Что представляет собой процесс создания ценности?  Что представляет собой создаваемая ценность?  Задачи семинара  Объект описания  Начальная и конечная точки  Кто должен участвовать в семинаре?  Какие данные необходимы/доступны?		<b>День 1-й</b>  Общее представление о VSM как об инструменте совершенствования процессов  Данные для составления карты текущего состояния  Составление карты текущего состояния	<b>День 2-й</b>  Дискуссия о принципах бережливой разработки продукции  Карта текущего состояния: возможности/потери  Составление карты будущего состояния	<b>День 3-й</b>  План внедрения с указанием сроков  Предложения по внедрению		Оповещение руководства о состоянии проекта через 30 дней, 60 дней, 90 дней, через год

**Рис. 17-10.** Программа практического семинара по PDVSM

Организуя подобный семинар, нужно первым делом сформировать небольшую группу хорошо информированных специалистов, чтобы решить, какой продукт или семейство продуктов станут объектом описания, какова необходимая степень детализации карты и каковы начальная и конечная точки процесса. Это этап *определения области исследования*. После этого группа должна определить, кто является потребителем организации и какая ценность создается в ходе соответствующего процесса. На основе этой информации группа решает, кому следует участвовать в семинаре. Среди участников семинара должны быть представители всех функциональных подразделений, деятельность которых будет отражена на карте, в том числе внутренние и внешние потребители процесса. Результаты процесса должны соответствовать нуждам потребителей. Следовательно, до того как участники семинара приступят к работе, нужно собрать дополнительную информацию о проекте, который станет объектом описания, и в общих чертах определить структуру карты, используя данные журналов регистрации. По завершении подготовительной работы начинается трехдневный семинар, который проходит примерно так:

- *Первый день практического семинара по PDVSM.* Первый день начинается с непродолжительной дискуссии о PDVSM и обсуждения масштабов и задач работы в рамках данного семинара. Команда участников анализирует проект и общую схему карты, составленную в ходе предварительной работы. На ось Y (по вертикали) наносятся названия всех функциональных подразделений, а на ось X (по горизонтали) — временные интервалы. (Авторы данной книги обычно распечатывают такую схему на листе бумаги размером 3–4 фута в ширину и 5–6 футов в длину.) Затем команда начинает описывать процесс, обозначая его этапы с помощью клейких листочков и вручную рисуя потоки информации. Чтобы карта была максимально точной, команда должна иметь при себе всю релевантную информацию о процессе и обращаться к ней при составлении карты. Есть множество инструментов, приемов и методов, которые позволяют повысить эффективность составления карты, однако их рассмотрение выходит за рамки данной главы. Если вы определили область исследования работы правильно и команда работает плодотворно, к концу первого дня у участников будет карта текущего состояния.
- *Второй день практического семинара по PDVSM.* На второй день команда приступает к построению карты будущего состояния. В первый день, когда участники семинара впервые видят возможности совершенствования процесса разработки продукции, обычно возникает эмоциональный подъем. Это вполне естественно. Команда должна устоять перед

соблазном немедленно приступить к совершенствованию отдельных этапов процесса. Авторы этой книги на данном этапе устраивают дискуссию о 13 принципах бережливой разработки продукции. Особое внимание уделяется принципам, методам и приемам, которые рассматривались в главах 3–6 (раздел, посвященный процессу):

- обеспечить выровненный поток и устранять потери в процессе за счет правильного старта процесса разработки;
- встраивать качество в конструкцию изделий, обеспечивая системную совместимость до окончательной проработки компонентов;
- создавать механизмы, задающие единый ритм процесса;
- синхронизировать работу функциональных подразделений, обеспечивая своевременную передачу релевантной информации;
- сделать поставщиков участниками процесса.

Такая дискуссия помогает команде выявить дополнительные возможности совершенствования и использовать их, применяя испытанные контрмеры. Изучая карту текущего состояния, участники должны активно обсуждать увиденное, спрашивая, где есть потери и как применить данные принципы, разрабатывая действенные контрмеры. По завершении этой работы команда может приступить к составлению карты будущего состояния процесса.

- *Третий день практического семинара по PDVSM.* На третий день члены команды работают над планом преобразования существующего процесса. Это план реализации концепции будущего состояния, где указываются конкретные сроки. Участники должны выявить факторы, позволяющие повысить эффективность процесса в будущем. Что нужно делать, чтобы воплотить концепцию будущего состояния в жизнь? Прекрасный инструмент для выполнения данной задачи — описание предложений в формате А3. Объединив эти описания, вы получите подробный план внедрения, включающий соответствующие показатели, а затем разработаете PDCA-стратегию его реализации. Описания предложений в формате А3 — одна из разновидностей документов, которые висят на стенах обоя и горячо обсуждаются во время межфункциональных проверок проекта.

И наконец, команда отчитывается перед высшим менеджментом, который обладает необходимыми полномочиями для внесения изменений и приобретения нужных инструментов или технологий. Компании следует установить предельный срок (72 часа), в течение которого группа высшего менеджмента, курирующая проект, должна отреагировать на предложения команды.

## Учитесь видеть разработку продукции как процесс

Порой PDVSM становится для участников первой возможностью *увидеть* процесс разработки продукции, что делает этот метод бесценным инструментом обучения. Знания, приобретенные в процессе PDVSM, стоят потраченного времени. К тому же PDVSM — это инструмент коммуникации, который помогает различным функциональным подразделениям найти общий язык. Функциональные подразделения впервые могут оценить свою роль в контексте системы в целом и понять, как отражается их деятельность на работе других подразделений. Семинар нацеливает представителей функциональных подразделений на совместный анализ процесса, а не на поиск виноватых. Общий язык способствует глубокому осмыслению процесса разработки продукции. Без этого невозможно системное совершенствование. Кроме того, PDVSM помогает выявить причинно-следственные взаимосвязи, делая их более очевидными. Значительные разрывы причины и следствия во времени, характерные для процесса разработки продукции, не мешают изобразить их во взаимосвязи на карте потока создания ценности. И наконец, PDVSM позволяет *увидеть*, какие виды деятельности в процессе разработки продукции осуществляются параллельно в любой интересующий вас момент времени. Это поможет вам понять, как повысить эффективность управления параллельным проектированием и улучшить его координацию. PDVSM, пожалуй, самый эффективный инструмент оптимизации параллельного проектирования, поскольку с его помощью можно одновременно отобразить деятельность множества функциональных подразделений с разной степенью детализации.

Не следует забывать, что обучение и непрерывное совершенствование не заканчиваются PDVSM и работой по преобразованию процесса. Непрерывное обучение и совершенствование — отличительный признак бережливой системы. Чрезвычайно важно воспринимать работу по оптимизации процесса не как самоцель, а как радикальное изменение подхода к разработке продуктов.

Изменить процесс разработки продукции необходимо, но недостаточно для создания системы бережливой разработки продукции. На самом деле изменение процесса может оказаться не самым сложным делом. В следующей главе мы поговорим о том, что нужно сделать, чтобы изменить корпоративную культуру.





## Преобразование культуры: суть бережливой разработки продукции

Разумеется, можно украсть чертежи и изготовить такой же ткацкий станок, как у нас. Но мы совершенствуем наши станки изо дня в день. К тому времени, когда воры изготовят станок по украденным чертежам, мы уйдем далеко вперед.

*Кийтиро Тоёда о краже чертежей Toyota Automatic Loom Works*

Одна из крупных ошибок, которую совершали многие компании, пытаясь преобразовать традиционное производство с помощью TPS, заключалась в том, что они считали TPS набором инструментов. Составление карт потока создания ценности (см. главу 17) — мощный инструмент осмысления потока процесса, который помогает выявить потери и сократить их объем, но это всего лишь один из инструментов. К тому же он предназначен для совершенствования только одной из трех подсистем LPDS — процесса. К сожалению, если процесс преобразований ограничится проведением нескольких семинаров и оптимизацией отдельных потоков создания ценности, ваши усилия пойдут насмарку. Без подлинного преобразования культуры поток создания ценности вскоре вновь будет полон потерь и вернется в исходное состояние. Многие компании спрашивают нас, как закрепить результаты преобразований, но так нельзя ставить вопрос. Дело не сводится к тому, чтобы исправить существующее положение, а потом с помощью магических заклинаний стабилизировать ситуацию. Чтобы совершенствование и соблюдение передовых методик стало образом жизни, необходимо изменить культуру организации.

В последние годы авторы работали с множеством организаций, заинтересованных в создании системы бережливой разработки продукции по образцу и подобию системы Toyota. Хотя большая часть этих организаций занимается преобразованиями всего несколько лет, все они обнаружили, что данная трансформация требует кайкаку — радикального изменения существующей

системы разработки продукции. Авторы выявили ряд закономерностей перехода к бережливой разработке продукции.

1. *Преобразование разработки продукции в бережливый процесс — более сложная и менее строгая процедура, чем аналогичное преобразование производства.* Составить четкую схему процесса разработки продукции невозможно, поскольку он включает большое число переменных, многие виды деятельности осуществляются параллельно, а контуры обратной связи весьма сложны. Карты потока создания ценности при разработке продукции не дают такой же точной картины, как на производстве. Нельзя измерить изменения времени цикла, полезного времени, времени такта с такой же точностью, как и на производстве. Это не означает, что подобные усилия тщетны, просто преобразование процесса разработки продукции ставит перед компанией иные задачи, нежели преобразование производства, и решение этих задач требует особого подхода. Хотя уровень точности ограничен, улучшения могут быть весьма впечатляющими.
2. *Преобразование культуры — дополнительная сложность.* Проведение практических семинаров, построение карты потока создания ценности и разработка подробного плана действий могут быть очень нелегкими, но это мелочи по сравнению с культурными проблемами, без решения которых компании не создать благоприятных условий для бережливой разработки продукции.
3. *Инженеры есть инженеры, они непременно попытаются свести методы бережливой разработки продукции к набору инструментов.* Однако такой подход не дает желаемых результатов. Самых совершенных инструментов недостаточно, чтобы создать жизнеспособную систему бережливой разработки продукции, — для этого нужно добиться расцвета подсистемы «Люди».
4. *Представители высшего руководства должны активно участвовать в процессе преобразований, однако, как правило, этого не происходит.* Хотя доказано, что приверженность высшего руководства принципам бережливого производства чрезвычайно важна, добиться такой приверженности очень непросто, а в сфере разработки продукции это еще труднее. Поскольку переход к системе бережливой разработки продукции — это трудное и опасное путешествие, имеющее далеко идущие последствия для организации, без заинтересованного участия высшего руководства не обойтись.
5. *Представители высшего руководства должны понимать, за что они взялись, и проявлять терпение.* Терпение — это роскошь, которую способны позволить себе немногие лидеры. Если бы бережливая раз-

работка продукции сводилась к внедрению нескольких инструментов и сокращению потерь (читай затрат), большинство представителей высшего руководства не колеблясь взяли бы на себя соответствующие обязательства. К сожалению, обычно дальше этого дело не идет. Если нет немедленной финансовой отдачи, высшее руководство быстро теряет терпение. Однако бережливая разработка продукции вряд ли позволит быстро снизить затраты. Как мы видели, сила бережливого мышления в изменении базовой структуры управления людьми, процессами и технологией. Все это позволяет радикально изменить подход к делу. Этот подход нельзя освоить за два-три года, как нельзя перепоручить преобразования группе руководителей среднего звена.

Хотя за любой из этих закономерностей стоит непростая задача, организации, с которыми работали авторы, сумели улучшить ситуацию и доказать, что трудности преодолимы, а результаты стоят потраченных усилий. Отчасти это объясняется тем, что многие из этих организаций были вынуждены взяться за коренное преобразование процесса разработки продукции, видя, что он становится неуправляемым. Другая и, пожалуй, еще более веская причина заключается в том, что, когда эта работа дала первые результаты, пришло понимание того, что приемы и методы, используемые в ходе кайкаку, это не самоцель, а лишь начало пути.

## Воспитать внутреннего агента перемен

Вумек и Джонс в книге «Бережливое производство» рекомендуют в начале преобразований найти агента перемен. Мы с ними согласны. Важно, чтобы трансформацию возглавил авторитетный, энергичный, настойчивый и даже немного авторитарный человек, который сумеет преодолеть трудности, неизбежные на пути преобразований. Хотя такой человек должен хорошо представлять процесс разработки в вашей организации, ему *не обязательно* быть экспертом по бережливой разработке продукции. Разумеется, такие знания полезны, но куда важнее, чтобы он всей душой верил в необходимость изменений и стремился учиться. Агент перемен должен иметь соответствующее должностное положение, обладать необходимыми полномочиями и вызывать доверие, что позволит ему влиять на ход вещей. Его должно безоговорочно поддерживать высшее руководство организации. Более того, такой человек должен отвечать за своевременное получение осязаемых результатов. Хороший учитель может сделать из человека, обладающего перечисленными качествами, прекрасного агента перемен.

## **Приобретайте нужные знания**

Преобразование системы разработки продукции — сложное предприятие, и агенту перемен или высшему руководству понадобится опытный и знающий учитель. Разумеется, желательно подыскать того, кто имеет непосредственный опыт работы в системе бережливой разработки продукции и навыки преобразования этой системы. (Один из вариантов — сотрудник Toyota, вышедший на пенсию.) Такие люди весьма редки. Куда больше тех, кто имеет опыт работы в сфере бережливого производства, чем тех, кто обладает соответствующими навыками в области бережливой разработки продукции. Если честно, таких людей почти нет, поскольку организаций, которые осуществили данные преобразования, раз-два и обчелся. Выбирая между агентом перемен, владеющим теорией бережливой разработки продукции, и тем, кто имеет практический опыт в этой сфере, следует предпочесть последнего. В ряде случаев вам может пригодиться агент перемен, имеющий навыки работы с бережливым производством, однако ему придется изучить бережливую разработку продукции, поскольку, как отмечалось выше, она отличается от TPS.

## **Выявлять управляемые потоки работ, чтобы воспринимать разработку продукции как процесс**

Как мы уже говорили, мы рекомендуем начать преобразования с процесса разработки продукции. Но невозможно работать с тем, что нельзя увидеть. В большинстве организаций разработка продукции — это длительный, сложный и плохо изученный процесс. Чтобы увидеть этот процесс, следует уяснить основные задачи, которые нужно выполнить, чтобы провести продукт от концепции до выпуска первого изделия, и представлять последовательность выполнения этих задач. Это и есть поток создания ценности при разработке продукции. Осмыслить длительный, сложный процесс, включающий тысячи операций, в котором участвует множество специалистов разного профиля, и научиться управлять им очень непросто. Но, как учил Эдвард Деминг:

«Если вы не можете описать свою работу как процесс, вы не знаете, чем вы занимаетесь».

В главе 17 мы рассматривали PDVSM — инструмент, который помогает осмыслить процесс разработки продукции. Но с чего начать? На макроуровне речь идет об очень крупных задачах — разработке концепции, проектировании и проведении испытаний. Можно ли предпринять какие-то действия

на этом уровне? Чтобы представить разработку продукции как процесс, целесообразно спуститься уровнем ниже и разбить поток создания ценности на несколько отдельных *потоков работ*, которыми могут заняться опытные, знающие команды.

Обычно поток работ — это крупный этап процесса, например, создание опытного образца или закупка комплектующих. Таким этапом может быть и разработка подсистемы, например двери в сборе, если имеются в виду потоки работ при создании автомобиля. На макроуровневой карте потока создания ценности такие потоки работ часто обозначаются отдельными прямоугольниками. Поняв, где есть потери и каким должно быть будущее состояние процесса, вы строите полноценные карты уже для этих потоков работ. Каждым потоком работ занимается отдельная межфункциональная команда, для каждого из них составляются подробные карты текущего и будущего состояния, определяются целевые показатели и разрабатывается план действий. На самом деле во многих случаях мы не составляем план действий для макроуровневой карты потока создания ценности. Все планы разрабатываются по отдельным потокам работ. Разумеется, если речь идет о несложном изделии, а организация относительно невелика, можно ограничиться составлением одной-единственной карты (как в компании People Flo, о которой рассказывается в приложении).

Разбив поток создания ценности на отдельные потоки работ, можно сделать процесс более управляемым и использовать знания тех, кто сумеет наилучшим образом выявить возможности совершенствования процесса и принять нужные решения. В таких условиях у технических специалистов будет возможность сфокусироваться на тех этапах процесса, которые известны им лучше прочих, и заручиться поддержкой собственных функциональных подразделений.

Чтобы организовать такую работу, можно, к примеру, сформировать на базе функциональных подразделений, участвующих в процессе разработки продукции, *команды потоков работ*. Так, можно создать команду планирования ассортимента продукции, команду разработки концепции, команду разработки опытного образца и т.д., которые будут заниматься конкретным продуктом или семейством продуктов. Есть много возможных подходов к организации работы в зависимости от характера потока создания ценности при разработке продукции. Самое главное — структурировать работу с учетом основных потоков работ, из которых состоит поток создания ценности при разработке продукции. В крупных организациях лидеры команд, отвечающих за потоки работ, должны работать в режиме полной занятости, — они составляют ядро команды реорганизации, которая находится в непосредственном подчинении у агента перемен. Кроме того, следует позаботиться о том, чтобы лидеры команд поддерживали тесную связь между собой и сво-

ими функциональными подразделениями и пользовались безоговорочной поддержкой линейного руководства.

## **Механизмы интеграции (обея/проверки проекта)**

Мы пришли к выводу, что лучше всего отнестись к преобразованиям как к проекту по созданию нового продукта в системе бережливой разработки продукции, а команду реорганизации воспринимать как проектную команду. Так вы сумеете внедрить соответствующие нормы и практики и повести людей за собой, воодушевляя их личным примером. Не менее важно обеспечить интеграцию команды, не допуская разобщенности тех членов команды, которые занимаются отдельными потоками работ. Один из лучших способов добиться этого — собирать команду в обея. Toyota использует обея как оперативный центр, где лидеры проектных команд собираются для выработки стратегии бережливой разработки продукции. В распоряжение каждой из команд, отвечающих за потоки работ, следует выделить участок стены обея, где можно размещать свежую информацию, карты потоков создания ценности, отчеты формата А3, данные о ходе испытаний и обучения и другие значимые показатели работы команд. Благодаря собраниям в обея каждая команда знает, над чем работают другие команды. Неформальное общение представителей разных функциональных групп должно дополняться официальными собраниями, которые проводятся не реже раза в неделю и дают лидерам команд возможность оценить карты потока создания ценности, отчеты формата А3 и карты процесса, составленные другими командами. Четко структурированный подход помогает им внести ценный вклад в работу своих коллег. Поскольку в основном задачи в процессе разработки продукции взаимосвязаны, такая социализация имеет огромное значение. Нельзя забывать, что вы стремитесь к созданию интегрированного потока создания ценности при разработке продукции, а не к оптимизации изолированных потоков работ в ущерб процессу в целом. Только так можно добиться, чтобы команды, отвечающие за отдельные потоки работ, в полной мере осознали проблемы текущего состояния и совместными усилиями воплощали в жизнь концепцию будущего состояния.

## **Роль линейной структуры**

Доминирующую роль в переходе к системе бережливой разработки продукции должна играть линейная структура, то есть сотрудники операционного уровня — руководитель разработки и менеджеры проектно-конструкторских

подразделений. Не следует доходить до уровня персонала. *Преобразования требуют от высшего руководства принятия на себя обязательств, привлечения необходимых ресурсов и отбора лучших людей.* Руководство должно продемонстрировать серьезность своих намерений. Кроме того, делом линейных руководителей функциональных подразделений должны стать разработка и реализация стратегии преобразований. Один из способов добиться этого — создать *команды внедрения* и поручить им осуществление преобразований, запланированных командами, отвечающими за потоки работ. Пусть эти преобразования станут одной из первоочередных задач линейного руководителя, а от их результата напрямую зависит его карьера. Не забывайте, что самое важное в бизнесе — это продукт и что успех перехода к бережливой разработке продукции может стать решающим фактором жизнеспособности предприятия.

## Начните с потребителя

Помните, это необходимое условие успешной работы. Не пожалейте времени и сил, чтобы досконально изучить характер рынка, своих конкурентов и, главное, понять, что есть ценность с точки зрения потребителя. *Ваша организация должна проникнуться образом мыслей потребителя — все решения на любом уровне должны учитывать его мнение.* Для этого нужно обеспечить координацию в масштабах организации, донося информацию о ценности с точки зрения потребителя до всех и каждого. Лучше всего сделать это, разработав документ, подобный концептуальному проекту главного инженера. В таком документе должна быть четко сформулирована стратегия создания ценности в ходе конкретного проекта по разработке продукции и задачи каждого работника по реализации этой стратегии. Определите, каким должен быть ваш продукт и каким он не должен быть, и проинформируйте об этом участников работы. Удостоверьтесь, что ваш процесс включает метод координации (например, хосин канри), который обеспечивает понимание стратегических целей и увязывает их с задачами на всех уровнях. Ставьте задачи, ориентируясь на результат, и измеряйте свои достижения. И наконец, сделайте потребителя участником каждой дискуссии и каждого принятия решения в вашей организации. Всегда задавайте вопрос: «Как лучше для потребителя?», и действуйте в зависимости от ответа.

Выяснив, что представляет собой ценность с точки зрения потребителя, вы поймете не только, чего ожидает потребитель от новых *продуктов*, но и как совершенствовать *процесс* разработки продукции. Основной принцип управления качеством в Toyota — каждое функциональное подразделение

имеет своего потребителя. Конечным потребителем является покупатель или потребитель продукта, но в цепочке создания ценности есть множество промежуточных потребителей. Вспомните приведенный выше пример, касающийся отношений между дизайнерами и разработчиками кузова. Дизайнеры старались создать автомобиль, привлекательный для конечного потребителя. Разработчики делали все, чтобы воплотить в жизнь концепцию дизайнеров, стремясь удовлетворить промежуточного потребителя.

И напоследок еще один совет: удостоверьтесь, что главный инженер и проектная команда вашей организации стоят на страже интересов потребителя. Они должны досконально понять ценность с точки зрения потребителя и привносить эти знания в процесс разработки продукции. При этом они должны пользоваться уважением и авторитетом в организации.

## **Осмыслите текущее состояние процесса бережливой разработки продукции**

Приступая к преобразованиям, важно получить полное и неискаженное представление о существующем процессе разработки продукции, или, как говорят в Toyota, «уяснить обстановку». Это первый этап процесса совершенствования и решения любых проблем. Только досконально изучив существующий процесс, вы сможете разработать концепцию его будущего состояния. И лишь после того как эта концепция будет хорошо продумана, вы сможете принимать качественные решения, касающиеся организационной структуры, распределения ролей и обязанностей, необходимых навыков, инструментов и технологий, которые помогут обеспечить процесс бережливой разработки продукции. Иными словами, *пусть потребности процесса определяют требования к системе*. Таким образом вы сумеете объединить людей, процесс и технологию. Если вы возьметесь за реорганизацию, не имея исчерпывающего представления о своей работе, эта неосведомленность отразится на концепции будущего состояния. Эта концепция будет оторвана от реальности, что в перспективе вызовет сопротивление преобразованиям, неразбериху и разочарования. Данный процесс должен быть сфокусированным, продуманным и планомерным. Составление карт потока создания ценности — важнейший инструмент, облегчающий выполнение этой задачи, — начинается с глубокого, всестороннего изучения существующих процессов, по итогам которого разрабатывается концепция будущего состояния.

Если бы вам попался врач, который рекомендует серьезную операцию без элементарного обследования, скорей всего вы убежали бы от него без оглядки. Тем не менее именно так поступает множество вполне разумных



менеджеров, начиная преобразование системы разработки продукции. Они подвергают свою организацию воздействию всевозможных «лекарств», не потрудившись выяснить, чем она больна. И в том и в другом случае явно недостает научного подхода, который предусматривает предварительный сбор информации, строгий анализ собранных данных, постановку диагноза на основе компетентного суждения, обдуманный подбор проверенных лекарств и последующее наблюдение.

Промышленные исследования говорят о том, что в 1980-е и 1990-е годы почти каждая крупная компания разработала ту или иную программу параллельного проектирования, стремясь усовершенствовать процесс разработки продукции. Весьма вероятно, что ваша компания тоже не осталась в стороне. В то время проблема решалась путем создания «модели постадийного контроля» — процесс разбивался на отдельные этапы, которые завершались межпроцессными проверками. Чтобы пройти такую проверку и перейти к следующему этапу, нужно было выполнить определенные требования. Компании разрабатывали стандартные нормы времени для каждого этапа, используя межпроцессные проверки, чтобы контролировать процессы разработки продукции. В большинстве компаний неизменно возникала потребность во все более подробном описании стандартизированных процессов. Сегодня во многих компаниях, с которыми работают авторы данной книги, руководство твердо верит, что их люди действуют в соответствии с моделью постадийного контроля, а отклонения от такой модели — причина всех несчастий. Однако при ближайшем рассмотрении процесса разработки продукции, как правило, обнаруживается, что происходящее имеет мало общего с формальными требованиями к процессу. Эти компании исходят из ошибочной посылки, что некая внешняя структура может в отрыве от реальности разработать детальные требования к процессу, обучить этим требованиям людей и обеспечить их соблюдение. Такая модель иллюзорна, поскольку она практически не учитывает взаимодействия между людьми, процессом и технологией.

Исследования и опыт показывают, что большинство компаний плохо представляют текущее состояние своих процессов. Вследствие этого им часто кажется, что разработка продукции требует значительно меньше времени и ресурсов, чем на самом деле. Один из авторов данной книги работал с компанией, в которой считали, что разработка мелких узлов и деталей занимает восемь–двенадцать недель с момента получения основной проектной информации. Однако изучение данных по предшествующим проектам (баз данных по проектированию на корпоративных серверах, заказов на поставку и т.д.) показало, что срок выполнения заказа нередко приближается к шестнадцати неделям, а для многих деталей составляет более двадцати недель.

В такой ситуации управление данными сводится к произвольному выбору целевых показателей, а четкий план достижения цели отсутствует.

Еще одна проблема состоит в том, что компании обычно недооценивают количество и последствия технических изменений. Запоздалые изменения ведут к дорогостоящей доработке, что делает их основным источником потерь в любом сложном процессе разработки продукции в самых разных отраслях. Как правило, компании приуменьшают объем таких изменений на 50% и более.

Кроме того, многие организации, занимающиеся разработкой продукции, имеют весьма туманное представление о том, как проводят время их инженеры. Было немало разговоров о том, что инженеры североамериканских компаний уделяют проектно-конструкторской работе значительно меньше времени, чем их коллеги в Toyota. Хотя результаты исследований, проводившихся в этой связи, неоднозначны, опыт авторов, которым приходилось иметь дело с обеими системами, говорит о том, что подобные утверждения не лишены оснований. Возникает вопрос: на что инженеры тратят свое рабочее время?

В некоторых компаниях считают, что большую часть времени инженеры проводят на собраниях. Однако эмпирические данные, собранные авторами, говорят о потерях времени другого рода. Хотя конкретные виды работ варьируются в зависимости от компании, значительная часть времени инженеров, которые работают в небережливых компаниях, уходит на:

- административные задачи, к примеру, инженеры проверяют спецификации деталей или следят за выполнением заказов на поставку;
- составление планов нестандартизированных разработок и испытаний деталей и поиски обходных путей, которые помогают компенсировать неэффективность системы планирования;
- обеспечение третьих лиц информацией о текущем состоянии проекта (обычно речь идет о высшем руководстве);
- заполнение бланков, пополнение баз данных и выполнение задач, связанных с проверками контролирующих структур (например, отдела обеспечения качества), которые следят за работой основной проектной группы.

Хотя такое времяпрепровождение немногим отличается от собраний, темпы и эффективность (время добавления ценности) собраний в бережливой и традиционной системе различаются весьма ощутимо. Поэтому очень полезно пересмотреть свой подход к проведению собраний: кто их посещает, а кто нет, каковы их задачи и в каком темпе они проходят.

Хотя вполне очевидно, что посещение собраний, на которых не принимаются решения и отсутствует обмен информацией, — это время, не добавляющее ценности, определить, какие виды проектно-конструкторских работ

добавляют ценность, а какие нет, не просто. К примеру, порой очень трудно судить о ценности творческой составляющей определенных видов инженерно-технических работ. Во многих компаниях, где считают, что «повторяющийся характер работы присущ данному процессу изначально», результатом являются некачественные проекты-полуфабрикаты, которые требуют доработки и переделки в дальнейшем. Нередко это вызывает необходимость внесения технических изменений, что ведет к ощутимым задержкам, лишним затратам и срывает план работ на последующих этапах. Наиболее продуктивно работают фирмы, которые интерпретируют сущность проектно-конструкторской работы не столь туманно и жестко определяют понятие доработок. Здесь уместно вспомнить пример, который приводился ранее: чтобы добиться приемлемого качества штампованных панелей, требовалась доводка штампов с помощью шлифовки. Подлинно бережливые компании (такие, как Toyota) считают подобные операции потерями и свидетельством упущений в процессе разработки. Они стремятся устранить источник этих потерь и сосредотачивают усилия на отладке штампов. В итоге бережливые предприятия четко представляют реальный вид потока создания ценности при разработке продукции, подход к созданию ценности для потребителя и источники потерь. Такому пониманию во многом способствует PDVSM, однако при этом необходимо учитывать текущее состояние всех подсистем — людей, процессов и технологии.

Изучая процесс разработки продукции, следует опираться на наиболее опытных специалистов-разработчиков из основных проектных групп. Именно они могут высказать ценнейшие соображения о текущем состоянии потока создания ценности при разработке продукции, в особенности по своему профилю работы. Однако не следует забывать, что такие соображения носят несистематический, отрывочный характер и нередко противоречат друг другу, поскольку представляют точку зрения разных функциональных групп. Это не должно удивлять вас или приводить в смятение. Описание системы разработки продукции напоминает древнюю притчу про трех слепых, которые описывали слона. Каждое функциональное подразделение имеет собственное, в чем-то ограниченное видение системы. Выход: собирать реальные данные. PDVSM — это метод, который позволяет не только собирать, но и осмысленно структурировать такую информацию.

## Подлинное преобразование культуры

Мы не зря рассказывали о возможностях PDVSM в главе 17. По той же причине мы рекомендовали начать переход к бережливому производству с составления карт потока создания ценности. Дело в том, что поток создания

ценности — это процесс «доставки» ценности потребителю, а именно ради этого существует ваша организация. В отсутствие процесса создания ценности ваша организация никому не нужна. Поэтому, принимаясь за работу, нужно сосредоточить свое внимание на потребителе и процессах, которые добавляют ценность для потребителя. PDVSM — это инструмент для такой работы, и метод, который позволяет приступить к решению еще более сложной проблемы — преобразованию культуры. Только такое преобразование обеспечит жизнеспособность бережливой разработки продукции.

Культура — это общие ценности и убеждения организации. Ключевое слово здесь «общие», поскольку сила культуры определяется именно степенью общности установок. Если культура сильна, персонал организации отличается единством устойчивых ценностей и убеждений. При слабой культуре убеждения людей имеют мало общего. Чтобы организация, которая занимается бережливой разработкой продукции, была успешной, ее персонал должен иметь единые организационные приоритеты (это самое важное), подход к работе, методы коммуникации, методы решения проблем и подход к принятию решений.

Большинство организаций, занимающихся традиционной разработкой продукции, имеют довольно слабую культуру. Нет общих убеждений и ценностей, объединяющих людей. Люди не имеют возможности проявлять инициативу и считают, что разработка продукции — это хаотический, неуправляемый процесс, при котором упущения и работа по исправлению ошибок естественны и неизбежны. Часто они скептически относятся к руководству и его способности управлять, а любой «новый проект», призванный исправить положение, вызывает у них недоверие.

Чтобы добиться высокой эффективности разработок в организации, не забывайте про принципы, изложенные в этой книге, и руководствуйтесь ими в своей деятельности. Прежде всего потребитель. Цель процесса разработки — создать продукт, представляющий ценность для потребителя. Люди должны работать в команде, стремясь к достижению общих целей. Лидер должен иметь основательную техническую подготовку и опыт, который он может передать новичкам. Лучший способ получить представление о проблеме — отправиться на место событий и увидеть происходящее своими глазами (генти генбуцу). Нужно уметь соблюдать сроки и достигать намеченных показателей. Если постараться, всегда можно добиться цели и преодолеть трудности. Важны любые мелочи. Непрерывное совершенствование возможно только через стандартизацию процессов. И так далее. Успех порождает успех.

Повышение внимания к культуре означает, что организация начала переходить от негативного отношения к труду и двигаться к позитивной

высокоэффективной культуре, которая обращена в будущее. Это непростое путешествие, но хотя время от времени вы будете испытывать искушение выбрать окольный путь, не поддавайтесь ему. Многим компаниям кажется, что наряду с программой совершенствования процесса следует развернуть программу по преобразованию культуры. Технические специалисты будут составлять карты потока создания ценности, устранять потери и разрабатывать инструменты, а специалисты по «управлению изменениями» займутся трансформацией культуры. К сожалению, *культуру компании не изменить методом лобовой атаки*. Культура — тонкая материя, которая не подчиняется приказам. Нельзя командовать людям, как они должны думать, и изменить их ценности и убеждения с помощью лозунгов и посланий по электронной почте. Подобные командные методы возвращают вас к тем моделям поведения, от которых вы пытаетесь уйти. Так вы вызовете у людей обиду и настороженность и спровоцируете сопротивление переменам.

Лучший способ изменить культуру — изменить подход людей к работе. На самом деле успешно проведенный практический семинар по составлению карт потока создания ценности — это шаг вперед в преобразовании культуры. Рассмотрим такой пример. В настоящее время есть некоторый стандартный процесс выполнения проектно-конструкторской работы. Менеджмент считает, что люди придерживаются системы межпроцессных проверок. Обнаружив, что дела идут не лучшим образом, менеджмент прибегает к методу кнута и пряника. Руководители определяют более жесткие сроки выполнения работ, ищут виноватых, увольняют неудобных, давая всем и каждому понять, что нужно строго соблюдать порядок межпроцессных проверок. Однако если компания всерьез вознамерилась изменить культуру, практический семинар по составлению карт потока создания ценности сразу заставит усомниться в прежних убеждениях, поскольку в ходе семинара:

- 1) дается непредвзятая оценка сложившейся ситуации;
- 2) формируется межфункциональная команда, члены которой видят ситуацию с разных точек зрения;
- 3) признается, что существующая система имеет недостатки, но это не вина отдельных сотрудников; команда должна сосредоточиться на совершенствовании процесса;
- 4) изучая процесс, команда имеет возможность принять участие в разработке концепции будущего состояния;
- 5) команде предоставляется право реализовать план действий;
- 6) межфункциональная команда получает возможность увидеть результаты;
- 7) становится понятно, что высший менеджмент относится к проделанной работе серьезно и готов поддерживать преобразования.

Одного семинара по составлению карт потока создания ценности недостаточно, чтобы склонить чашу весов в пользу изменения культуры. Но это первый шаг, который помогает научить людей задавать правильные вопросы и пользоваться инструментом, позволяющим найти осмысленные, конструктивные ответы. Разумеется, что дальнейшие преобразования куда важнее самого семинара. Чтобы оценить масштабы этих преобразований, вы должны задать себе ряд вопросов: прилагает ли компания серьезные усилия для осуществления преобразований? Доводится ли начатое до конца, и анализируются ли результаты проделанной работы? Разработана ли новая система показателей для отслеживания хода работ? Продолжают ли представители высшего руководства проявлять серьезный интерес к преобразованиям и наблюдать за ними лично? Создает ли руководство условия, позволяющие людям осуществлять преобразования? Стараетесь ли вы склонить на свою сторону тех, кто может стать лидером при новой культуре? Если вы ответили на эти вопросы утвердительно, вы на верном пути.

Первый шаг к преобразованию культуры можно сделать при помощи такого инструмента, как отчета формата А3, но для этого лидеры должны воодушевлять других личным примером. Лидер должен:

- принимая решения, ставить интересы потребителя выше личных карьерных амбиций;
- требуя усердия и соблюдения дисциплины, сам быть примером дисциплинированности и усердия;
- определять общие цели и поощрять правильное поведение;
- не жалеть сил, времени и ресурсов на наем и воспитание людей, которые формируют правильную культуру.

Так, шаг за шагом, лидеры смогут проложить путь к изменению культуры. Им следует проявлять терпение, поскольку процесс преобразования культуры напоминает вращение гигантского, тяжелого маховика, описанного в новаторской книге Джима Коллинза «От хорошего к великому»\* (*Good to Great*, 2001). Нужно приложить немало сил, чтобы маховик сделал первый оборот, но когда он разгонится, накопленный потенциал начинает работать на вас, и компания станет на путь стремительного роста. Как отмечает Коллинз, нельзя сказать (да и не имеет значения), какой толчок привел к желаемому результату или какое действие позволило создать ныне мощную культуру, — важна совокупность приложенных усилий.

---

\* Джим Коллинз. От хорошего к великому. Почему одни компании совершают прорыв, а другие нет... — СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2006. — Прим. пер.

## Люди — ядро системы бережливой разработки продукции

Компания состоит из людей, но, как гласит известное изречение, ваш основной актив не просто люди, но лучшие люди. Применительно к разработке продукции это означает, что вам нужны суперпрофессионалы. Компания, которая хочет заполучить таких людей, должна их либо найти, либо вырастить. Toyota делает и то и другое — она вкладывает средства в процесс строгого отбора людей, а потом годами обучает своих сотрудников дао Toyota, давая им возможность приобрести практический опыт под руководством наставника. Ниже мы даем шесть рекомендаций, полезных компаниям, которые приступают к преобразованиям, опираясь на имеющийся персонал, но при этом имеют возможность пополнить штат новыми людьми.

1. *Начните с азов — с процесса найма.* Определите, какие качества отличают успешного разработчика, и оценивайте эти качества в процессе строгого отбора претендентов. Проанализируйте прошлый опыт найма. Удостоверьтесь, что вы отбираете лучших людей и не жалеете времени на эту работу.
2. *Вкладывайте средства в своих людей.* Чтобы взрастить хорошего инженера, требуется время. Нельзя торопить события или рассчитывать, что инженер, который прошел подготовку или получил образование на стороне, готов работать в вашей компании. Здесь чрезвычайно важны система наставничества, временные ориентиры и жесткое требование демонстрировать приобретенные навыки на практике. Разработайте для всех сотрудников индивидуальные планы развития, которые увязывают продвижение по службе с уровнем квалификации. Помните, что повышение уровня технических знаний и навыков требует времени. Изучите существующую систему продвижения по службе, чтобы проверить, не мешают ли слишком частые переводы с места на место освоению специальности.
3. *Развивайте систему наставничества.* Пусть новички учатся у мастеров. Навыки и умения, необходимые хорошему инженеру, нельзя приобрести в университете. Такие навыки осваиваются на рабочем месте, в тесном контакте с высококвалифицированными специалистами. Не рассчитывайте, что это произойдет автоматически. Это нужно организовывать. Подбирайте наставников, направляйте людей на соответствующие проекты, намечайте сроки выполнения задач, оценивайте достижения и отбирайте лучших. Поощряйте лидеров, которые занимаются наставничеством и обучением других. Не повышайте в должности тех,

кто не имеет необходимых навыков и не знает основ — создавайте техническую меритократию.

4. *Уясните, какие навыки и умения необходимы.* Не исключено, что навыки, которые сформированы в вашей компании, отличаются от тех, что требуются для бережливого процесса разработки продукции. Новые технологии (в частности, компьютерное моделирование и виртуальная реальность) могут потребовать освоения новых умений. Формируя требования к комплексу навыков, следует предвидеть потребности, которые могут возникнуть в перспективе.
5. *Подкрепляйте обучение на рабочем месте аудиторными занятиями.* В первую очередь это касается конкретных методик и технологий (например, программного обеспечения САПР), специфичных для вашей компании. Систематизировав соответствующую информацию, можно использовать ее для преподавания в аудитории.
6. *Проводите периодические проверки с участием руководителей функциональных подразделений.* Оценивайте выполнение программы. Дает ли она ожидаемые результаты? Добиваются ли инженеры показателей, намеченных в рамках плана хосин? Удастся ли инженерам привлекать к участию начальников функциональных подразделений и руководителей проектов. Чтобы получить наилучшие результаты, ведите работу совместно со службой персонала и лидерами функциональных подразделений.

## **Дорожная карта перехода к бережливой разработке продукции**

Нас часто просят составить план преобразований. Каковы этапы внедрения бережливой разработки продукции? Разумеется, мы отвечаем, что единой дорожной карты для всех компаний не существует, ведь внедрить бережливое производство — это не то же самое что установить программное обеспечение. Мы имеем дело со сложным эволюционирующим процессом, подобным тому, что развивался в Toyota десятки лет. В лучшем случае мы можем дать ряд общих рекомендаций, которые сведены воедино на рис. 18-1. Они представлены как комплекс дискретных фаз, что, конечно же, дает упрощенную картину, поскольку в реальности эти фазы накладываются друг на друга. Кроме того, последовательность фаз дана линейной, но в каждой компании эта последовательность имеет свои особенности в зависимости от развития событий в процессе преобразований. В общих чертах этот процесс, по всей вероятности, будет выглядеть так.



1. *Предварительная подготовка (2–4 месяца).* Подготовительная работа необходима, чтобы привлечь представителей высшего руководства, заручиться их поддержкой, ввести людей в курс дела и создать обаяние для управления процессом преобразований. Заметьте, что на начальном этапе мы не рассчитываем на серьезные обязательства со стороны высшего менеджмента, но лишь на его поддержку. Едва ли высшее руководство станет подписываться под новой инициативой, не убедившись на собственном опыте в преимуществах бережливой разработки продукции. Мы не рассчитываем и на то, что люди успеют пройти полноценную подготовку до начала преобразований, — достаточно самых общих представлений. Важнейшая часть обучения начнется на этапе внедрения. Поэтому хотя предварительная подготовка чрезвычайно важна, она не должна занять у вас много времени. Может показаться, что этот этап подобен правильному старту при разработке продукции, — если подготовительная работа выполнена правильно, внедрение пройдет гладко, — но это заблуждение. На самом деле вы еще не приступили к проектированию процесса бережливой разработки продукции. Вы лишь подготавливаете почву для преобразований. Это больше похоже на обучение плаванию, чем на разработку сложного механизма. Пройдет немного времени (месяцы, не годы), и вам придется прыгнуть в воду.
2. *Пилотный бережливый процесс (минимум 1 год).* Как уже говорилось выше, целесообразно начать работу с подсистемы «Процесс». Именно он будет тем самым прыжком в воду. Вы должны начать с потребителя, выявить основные потоки работ, построить карты текущего и будущего состояния процесса и приступить к внедрению. Система показателей должна соответствовать специфике проектов и измерять затраты, качество и время выполнения заказов при реализации проектов по разработке продукции. На этом этапе в преобразованиях участвуют не все, но пилотным проектам следует уделять самое пристальное внимание. Главная задача — приобрести опыт и получить представление о потенциале бережливой разработки продукции. Команды, участвующие в пилотных проектах, получают возможность поэкспериментировать, опробовав все инструменты бережливой разработки продукции на практике. Вам нужно заручиться поддержкой руководства, извлечь уроки из пилотных проектов и приступить к преобразованию культуры путем практического применения новых подходов, наращивая потенциал, который позволит вам перейти к радикальной трансформации организации. Этот этап продолжается не менее года. Опыт успешной реализации пилотных проектов, на-

личие обученных внутренних консультантов и горячих сторонников бережливого подхода среди высшего менеджмента говорят о том, что вы готовы к более серьезным испытаниям.

3. *Бережливая организация (годы 2–5)*. Приобретая опыт внедрения и убедив высшее руководство в том, что бережливая разработка продукции вполне реальна и дает ощутимые результаты, вы можете приступить к решению более сложной задачи — изменению организации. Следует отметить, что многие компании, с которыми мы работали, так и не дошли до этого этапа. Как только пилотные проекты позволяли добиться ощутимого улучшения потоков создания ценности, им начинало казаться, что они освоили бережливую разработку продукции. Считая, что преобразования сводятся к составлению карт потоков создания ценности и совершенствованию процесса, они совершали грубую ошибку. На самом деле они едва только приступили к самому главному. Ведь надо еще создать систему главных инженеров. Мы подчеркивали, что роль главного инженера куда более значима, чем роль традиционного руководителя проекта или того, кого называют главным инженером во многих компаниях. Toyota тратит десятки лет на то, чтобы взрастить главного инженера. Здесь главный инженер — часть культурной системы, которая помогает ему исполнять свои обязанности. В вашем распоряжении нет десятилетий, но нельзя рассчитывать, что вы получите настоящего главного инженера простой сменой визитки. Мы советуем начать с пилотного проекта и выбрать человека, который обладает максимумом качеств, отличающих главных инженеров Toyota. Найдя такого человека, дайте ему возможность участвовать в разработке процесса отбора и воспитания будущих главных инженеров.

На этом этапе приходит пора пересмотреть организационную структуру компании. Возможно, вы используете матричную структуру, но эффективна ли она? Обладают ли функциональные подразделения необходимым потенциалом в сфере разработок? Обеспечивают ли функциональные подразделения высокий профессионализм специалистов? Располагаете ли вы процессом, аналогичным развертыванию политики, который позволяет поставить перед инженерами задачи адекватного масштаба, увязанные с единой целью?

4. *Бережливые инструменты и технология (со второго года до бесконечности)*. Вы уже приступили к их освоению в первый год, но в тот период вы уделяли основное внимание пилотным проектам и использовали инструменты и технологии, которые не требовали крупных капиталовложений. Выполняя пилотные проекты, вы выявите недостатки тех-

нологии, применяемой в настоящее время. Это станет отправной точкой для отбора технологий, которые помогут обеспечить подлинно бережливую разработку продукции. К ним относятся виртуальное моделирование опытных образцов и эффективные методы оценки, без которых сегодня не обходится создание ни одного сложного продукта. Если вы уже применяете эти технологии, подвергните их критической переоценке, и мы ручаемся, что вы обнаружите широкие возможности совершенствования если не самой технологии, то подхода к ее использованию. Возможно, нужно изменить методы структурирования информации, полученной по итогам оценки опытных образцов, и позаботиться о включении результатов в будущие контрольные листки. Кроме того, теперь вы можете заняться распространением уже опробованных инструментов — отчетов формата А3, матриц качества, стандартов на продукцию и процессы и обое — в масштабах организации.

5. *Бережливое предприятие (с третьего года до бесконечности).* Как только вы овладели определенными навыками и добились стабильности процесса разработки, можно начать привлекать к созданию бережливого предприятия поставщиков и даже потребителей. И вновь мы рекомендуем для начала запустить несколько пилотных проектов с основными поставщиками, и лишь потом переходить к распространению новых корпоративных принципов на все предприятие. Чтобы сделать это должным образом, вам нужно многому научиться. Нельзя обучать других, в том числе поставщиков, новым методам работы, не обладая достаточными знаниями. Прежде чем подключать к работе потребителей и поставщиков, следует обеспечить стабильность собственных процессов. Еще одна важная задача на этом этапе — объединить ресурсы для гибкого регулирования производительности. Но помните, что пока вы не стандартизируете собственные процессы, вам будет трудно обучать стандартизации сторонних специалистов.

Таким образом, это процесс обучения на собственном опыте, размышления и совершенствования. На всех уровнях применяется цикл PDCA. Осваивая модель LPDS, вам следует провести подготовительную работу, чтобы заручиться поддержкой руководства, привлечь необходимые ресурсы, изучить процесс с помощью карт потока создания ценности и пилотных проектов и приступить к подготовке людей и совершенствованию инструментов и технологии. Так вы приобретете знания и опыт, которые помогут взяться за планирование более широких преобразований организационной структуры и технологий. Если вы будете и дальше двигаться в этом направлении, постоянно размышляя, трезво оценивая текущую ситуацию и смело планируя дальнейшие шаги, вы непременно добьетесь успеха.

## Раздел V. Создать целостную систему бережливой разработки продукции

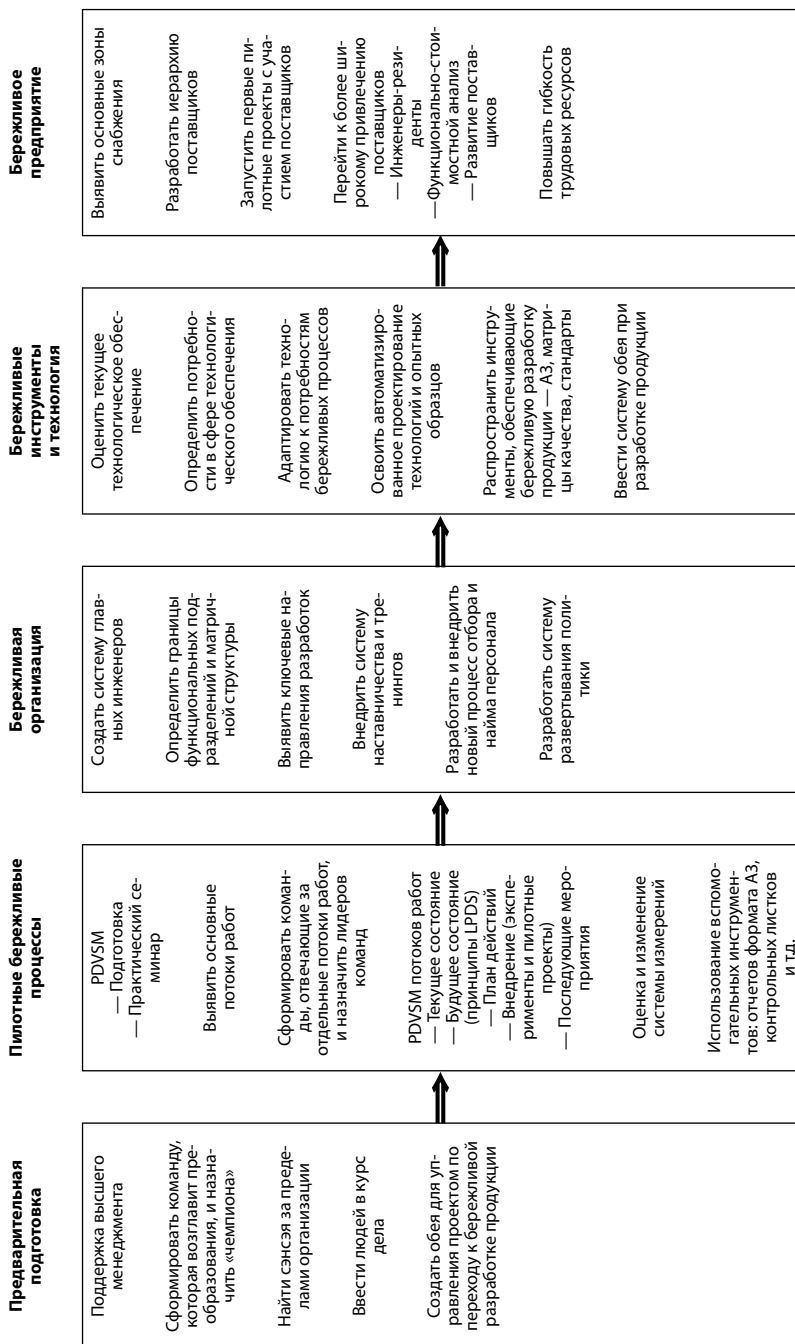


Рис. 18-1. Примерный план преобразований

## **Лидерство, обучение и непрерывное совершенствование как интегральная часть процесса**

Без сомнения, читатель уже понял, что менеджер и лидер — это не одно и то же. Менеджеры планируют, организуют, контролируют и, как правило, опираются на формальную систему. Лидеры завоевывают сердца и души — они влияют на ход событий и ведут за собой людей. Именно поэтому управление изменениями, которым занимается менеджмент, — это не более чем миф. Для преобразования культуры нужны не менеджеры, но лидеры. Этот тезис порождает два вопроса, которые говорят о сложности такого преобразования: не определяется ли нынешний облик существующей бюрократической организации тем, что в ней много менеджеров и мало лидеров, и если это так, как менеджеру научиться быть лидером; смогут ли менеджеры научиться управлять преобразованиями, не имея соответствующего опыта и не чувствуя происходящее нутром?

Лидер, ориентированный на бережливый подход, в особенности лидер в организации, занимающейся разработкой продукции, обучает людей, но нельзя учить тому, в чем не разбираешься сам. Чтобы изменить организацию, лидер должен сначала измениться сам, и эти изменения должны быть заметны для окружающих. Лидер ведет за собой людей, воодушевляя их личным примером, он внедряет новые методы работы, руководит межфункциональными командами и использует инструменты бережливой разработки продукции. Именно это позволяет ему стать подлинным лидером. Тот, кто научится этому, сделает обучение и непрерывное совершенствование интегральной частью процесса.

Сегодня бизнес ведется в условиях острой конкуренции, и едва ли в ближайшее время ситуация изменится. Поэтому нельзя допускать и мысли о том, что настанет момент, когда эту работу можно будет прекратить. Механизмы обучения должны стать неотъемлемой частью процесса разработки продукции. Более того, вы должны создать группу надзора, стандартизировать свои достижения, делая их достоянием всех проектов по разработке продукции, управлять совместно используемыми ресурсами и следить за соблюдением дисциплины процесса. Но важнее всего, чтобы вы научились непрерывному совершенствованию.

Представление о том, что процесс преобразований имеет завершение, противоречит принципам бережливого мышления. Речь идет о непрерывном совершенствовании процесса добавления ценности для потребителя. Мы отправляемся в путешествие, в ходе которого нам предстоит устранять потери и заниматься решением проблем. Если мы останавливаемся,

непрерывное совершенствование прекращается и организация больше не вправе называть себя бережливой. Toyota отличается от других бережливых предприятий тем, что она не только прекрасный учитель, но и одаренный ученик. Здесь тщательно изучается потенциал любого наблюдения или предложения. При этом в Toyota всегда самым внимательным образом анализируют данные обратной связи, будь то отклики конечных потребителей или соображения производственных рабочих. В бережливой организации обратная связь считается благом, ведь она разрушает бюрократию. В системе бережливой разработки продукции обратной связи всегда уделяется должное внимание.

Переход к бережливой разработке продукции — это прыжок в океан совершенствования. Рискованно, но бодрит. Ведь пути назад нет. Надеемся, что наш труд вдохновит вас совершить этот прыжок и отправиться в долгое путешествие, взявшись за преобразование системы разработки продукции.

## **Составление карты потока создания ценности в процессе разработки продукции в компании PeopleFlo Manufacturing Inc.**

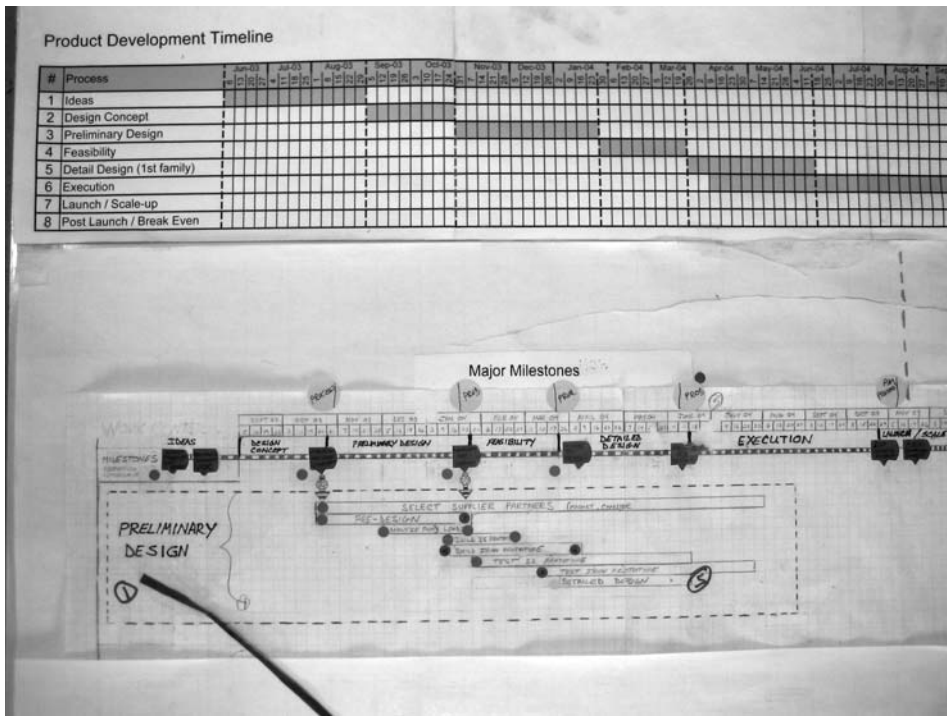
Доктор Джон Дрогош

PeopleFlo — небольшая молодая компания, которая проектирует и производит насосы для химических, нефтехимических и пищевых предприятий.

Компания была создана командой убежденных сторонников широкого применения принципов и инструментов бережливого производства. Начав с нуля, команда руководителей PeopleFlo разработала серию новых продуктов и объединила все основные бизнес-процессы в целостное бережливое предприятие. Она разработала защищенные патентами технологии и упростила выпускаемые изделия так, что их можно было изготавливать в гибких ячейках. Все промежуточные этапы работ завершались в срок.

Неотъемлемой частью концепции бережливого предприятия в данной компании было переосмысление подхода к разработке новых продуктов. Это означало резкое сокращение цикла разработки продукции — с обычных для отрасли трех-четырёх лет до одного года. Кроме того, компании удалось совершить прорыв, значительно снизив время наладки, время цикла и объемы запасов. Компания начала решение этих проблем «с чистого листа» — она использовала карты потока создания ценности не только для того, чтобы оптимизировать планирование производства, проверить правильность решений и начать выпуск новых насосов, но и для управления процессом разработки продукции.

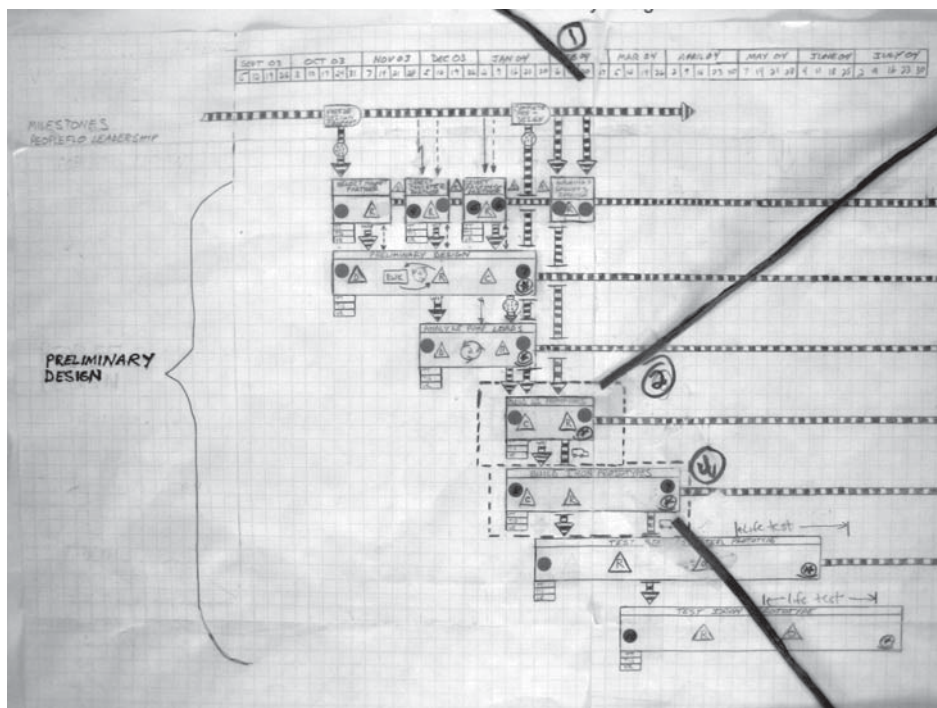
Первым шагом было создание общей карты, на которой были представлены основные виды работ, точки принятия ключевых решений и точки интеграции при разработке нового насоса. На рис. А-1 показаны основные этапы процесса разработки продукции.



Работая над картами потоков создания ценности, компания PeopleFlo

Лидеры компании использовали карту потока создания ценности не толь-



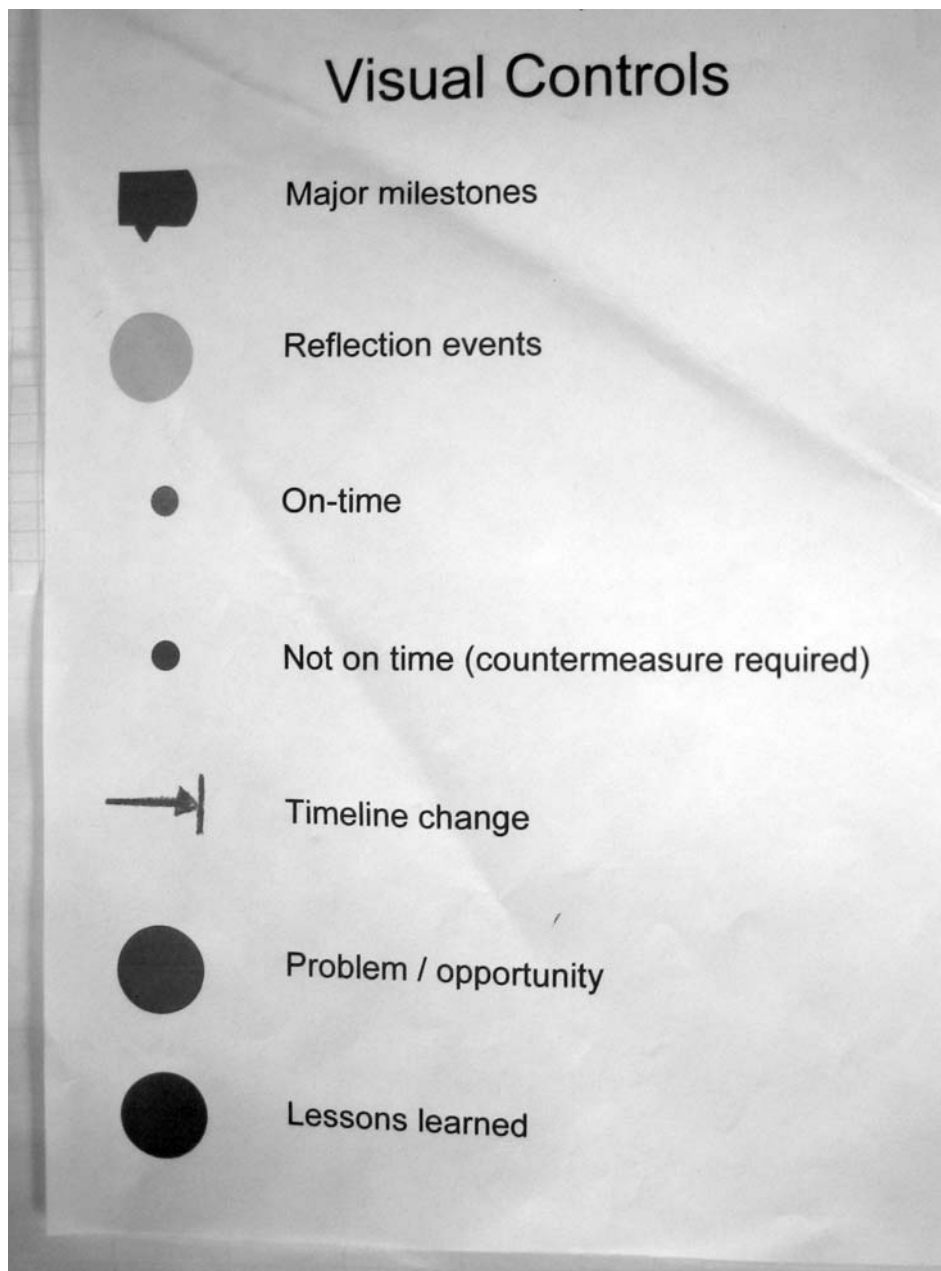


**Рис. А-2.** VSM для разработки эскизного проекта

Команды проводили утренние пятиминутки рядом со стендами, на которых были вывешены карты потока создания ценности. Как показывает рис. А-4, по этим картам можно было оценить своевременность выполнения работ, — о выявленных проблемах сигнализируют красные точки. Такие проблемы требуют немедленного принятия контрмер. Кроме того, на стенде с картой потока создания ценности вывешивался перечень нерешенных проблем. Этот перечень не только стал инструментом быстрого решения проблем, но и позволял извлекать уроки на будущее.

По ходу цикла разработки продукции члены команды составляли дополнительные низкоуровневые карты, которые отражали задачи и информационные потоки, пропущенные на ранних стадиях VSM. К концу первого цикла разработки продукции они задокументировали оптимальный способ создания первого семейства насосов. На рис. А-5 показана общая структура процесса разработки продукции в PeopleFlo.

Теперь группа разработки использует карты потока создания ценности для первого семейства насосов как ориентир для работы над следующим



**Рис. А-3.** Условные обозначения системы визуального менеджмента

[illegible]

419

## Приложение

семейством продуктов, которые проектируются в настоящее время. Компания планирует использовать описание потока создания ценности при выполнении всех будущих проектов по разработке продукции, адаптируя данный подход к специфике каждого семейства продуктов.

В результате компания разработала полный ассортимент насосов, которые поступают на производство менее чем за два года. PeopleFlo удалось создать совершенно новое поколение изделий, сократив число комплектующих на 50% по сравнению с аналогичными насосами и разработав уникальную систему зажимных приспособлений, которая сокращает время переналадки станков. Не требующие переналадки ячейки, в которых налажен поток единичных изделий, обеспечивают гибкое производство. В одной ячейке можно обрабатывать, красить и собирать детали для десяти типов насосов. 80% комплектующих на продажу отгружается в течение 24 часов после получения заказа — рекордные темпы в данной отрасли. Себестоимость насосов на 50% ниже себестоимости продукции конкурентов, которые продолжают работать по старинке.

Секрет успеха молодого предприятия — интеграция людей, процесса и технологии. Решающими факторами успеха стали возможность начать с чистого листа, правильно подобранная команда сотрудников и деловых партнеров и создание целостной проектно-производственной системы с едиными целями, которая опирается на бережливую философию и инструменты.

## Глава 1

- Womack, James P., and Jones, Daniel T. (1991), *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. New York: Harper Perennial. (Русский перевод: Вумек Д. и др. Машина, которая изменила мир/ Джеймс Вумек, Дэниел Джонс, Дэниел Рус. — Минск: Поппури, 2007.)
- Morgan, James M. (2002), *High Performance Product Development; A Systems Approach to a Lean Product Development Process*, The University of Michigan, Ann Arbor MI.
- Liker, Jeffrey K. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, McGraw-Hill. (Русский перевод: Лайкер Д. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира/ Джеффри Лайкер. — М.: Альпина Бизнес-Букс, 2006.)
- Taylor, James C. and Felten, David F. (1993), *Performance By Design*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Nadler, David and Tushman, Michael L. (1997), *Competing By Design*, Oxford University Press, New York, NY.

## Глава 2

- Morgan, James M. (2002), *High Performance Product Development; A Systems Approach to a Lean Product Development Process*, The University of Michigan, Ann Arbor MI.
- Liker, Jeffrey K. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, McGraw-Hill.

## Глава 4

- Cusumano, Michael A., and Nobeoka, Kentaro (1998), *Thinking Beyond Lean*, The Free Press, New York, NY.
- Ward, Allen C., Sobek, Durward K., II, Cristiano, John J., and Liker, Jeffrey K. (1995), «Toyota, Concurrent Engineering, and Set-Based Design», in Liker, et al., eds. *Engineered in Japan*, Oxford Press, New York; pp. 192–216.

## Глава 5

- Liker, Jeffrey K. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, McGraw-Hill.
- Rother, Mike, and Shook, John (1998), *Learning to See*, The Lean Enterprise Institute, Brookline, MA. (Русский перевод: Ротер М., Шук Д. Учитесь видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности/ Майк Ротер, Джон Шук. — М.: Альпина Бизнес-Букс; Центр развития деловых навыков, 2005.)

- Adler, Paul S., Mandelbaum, Avi, Nguyen, Vien, and Schwerer, Elizabeth (1996), «Getting the Most out of Your Product Development Process», *Harvard Business Review*, Mar.-Apr. 1996, vol. 74, no. 2; pp. 134–151.
- Reinertsen, Donald G. (1997), *Managing the Design Factory*, The Free Press, New York, NY.
- Hopp, Wallace J., Spearman, Mark L. (1996), *Factory Physics*, Irwin, Chicago, IL.
- Morgan, James M. (2002), *High Performance Product Development; A Systems Approach to a Lean Product Development Process*, The University of Michigan, Ann Arbor MI.
- Loch, Christoph H. and Terwiesch, Christian (1999), «Accelerating the Process of Engineering Change Orders: Capacity and Congestion Effects», *Journal of Product Innovation Management*, Apr. 1999, vol. 16, no. 2.
- Cusumano, Michael A., and Nobeoka, Kentaro (1998), *Thinking Beyond Lean*, The Free Press, New York, NY.

## Глава 6

- Kramp, Eric E. (2001), *How soft issues influence hard work, loyalty and a sense of pride to build superior products at Toyota*, Ford Motor Company Internal Presentation, Dearborn, MI, 6 Dec.

## Глава 7

- Liker, Jeffrey K. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, McGraw-Hill.
- Itazaki, Hideshi (1999), «The Prius that Shook the World: How Toyota Developed the World's First Mass-Production Hybrid Vehicle», Tokyo, Japan — The Kikkan Kogyo Shimibun, Ltd. (translated by A. Yamada and M. Ishidawa).
- Sobek, Durward K., II (1997), *Principles that Shape Product Development Systems: A Toyota-Chrysler Comparison*, UMI Dissertation Services, Ann Arbor, MI.

## Глава 8

- Sobek, Durward K., II (1997), *Principles that Shape Product Development Systems: A Toyota-Chrysler Comparison*, UMI Dissertation Services, Ann Arbor, MI.
- Cusumano, Michael A., and Nobeoka, Kentaro (1998), *Thinking Beyond Lean*, The Free Press, New York, NY.

## Глава 9

- Rich, Ben R. and Janos, Leo (1994), *Skunk Works*, Little, Brown and Company, New York, NY.
- Hammett, Patrick C, Wahl, Shannon M., and Baron, Jay S. (1999), «Using Flexible Criteria to Improve Manufacturing Validation During Product Development»,

*Concurrent Engineering: Research and Applications*, Dec. 1999, vol. 7, no. 4; pp. 309–318.

Liker, Jeffrey K. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, McGraw-Hill.

## Глава 10

Kamath, Rajan R. and Liker, Jeffrey K. (1994), «A Second Look at Japanese Product Development», *Harvard Business Review*, Nov.-Dec, vol. 72. no. 6; pp. 154–170.

## Глава 11

Ward, Allen C, Liker, Jeffrey K., Cristiano, John J., and Sobek, II, Durward K. (1995), «The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions can make Better Cars Faster», *Sloan Management Review*, vol. 36, no. 3; pp. 43–61.

Senge, Peter M. (1990), *The Fifth Discipline*, Doubleday/Currency, New York, NY. П. Сенге. Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации/Питер Сенге. — М.: Олимп-Бизнес, 2003.

Drucker, Peter F. (1998), «The Coming of the New Organization», in *Harvard Business Review on Knowledge Management*, Harvard Business School Press, Boston, MA; pp. 1–20.

Nonaka, Ikujiro and Takeuchi, Horotaka (1995), *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford University Press, New York, NY. (Нонака И., Такеучи Х. Компания — создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах/ Икуджиро Нонака, Хиротака Такеучи. — М.: Олимп-Бизнес, 2003.)

Kogut, Bruce, and Zander, Udu (1992), «Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology», *Organization Science*, Aug. 1992, vol. 3, no. 2; pp. 383–397.

Conner, Kathleen R., and Prahalad, C. K. (1996), «A Resource-based Theory of the Firm: Knowledge Versus Opportunism», *Organization Science*, vol. 7, no. 5; pp. 477–501.

Argyris, Chris (1998), «Teaching Smart People How to Learn», in *Harvard Business Review on Knowledge Management*, Harvard Business School Press, Boston, MA; pp. 81–108.

Garvin, David A. (2000), *Learning in Action*, Harvard Business School Press, Boston, MA.

Nelson, Richard R., and Winter, Sidney G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press, Cambridge, MA.

Pfeffer, Jeffrey and Sutton, Robert I. (2000), *The Knowing-Doing Gap*, Harvard Business School Press, Boston, MA. (Русский перевод: Пфеффер Д.,

- Саттон Р. От знаний к делу: как успешные компании трансформируют знания в действия/ Джеффри Пфеффер, Роберт Саттон. — Киев: Вильямс, 2007.)
- Dyer, Jeffrey H., Nobeoka, Kentaro (1998), «Creating and Managing a High Performance Knowledge-Sharing Network: The Toyota Case», *Strategic Management Journal*, vol. 21, no. 3; pp. 345–367.
- Morgan, James M. (2002), *High Performance Product Development; A Systems Approach to a Lean Product Development Process*, The University of Michigan, Ann Arbor MI.
- Hann, D. (1999), «Organizational Forgetting», unpublished study, Harvard Business School, Boston, MA.

## Глава 12

- Liker, Jeffrey K. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, McGraw-Hill.

## Глава 13

- Clark, Kim B., and Fujimoto, Takahiro (1991), *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press, Boston, MA.

## Глава 14

- Sobek, Durward K., II (1997), *Principles that Shape Product Development Systems: A Toyota-Chrysler Comparison*, UMI Dissertation Services, Ann Arbor, MI.
- Morgan, James M. (2002), *High Performance Product Development; A Systems Approach to a Lean Product Development Process*, The University of Michigan, Ann Arbor MI.

## Глава 16

- Wheelwright, Steven C. and Clark, Kim B. (1992), *Revolutionizing Product Development*, The Free Press, NY.
- Clark, Kim B., and Fujimoto, Takahiro (1991), *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Womack, James P. and Jones, Daniel T. (1996), *Lean Thinking*, Simon and Schuster, New York, NY. (Русский перевод: Вумек Д., Джонс Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании/ Джеймс Вумек, Дэниел Джонс. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2004.)



## Библиография

- Hopp, Wallace J., Spearman, Mark L. (1996), *Factory Physics*, Irwin, Chicago, IL.
- Rother, Mike, and Shook, John (1998), *Learning to See*, The Lean Enterprise Institute, Brookline, MA.
- Adler, Paul S., Mandelbaum, Avi, Nguyen, Vien, and Schwerer, Elizabeth (1996), «Getting the Most out of Your Product Development Process», *Harvard Business Review*, Mar.-Apr., vol. 74, no. 2; pp. 134–151.
- Loch, Christoph H. and Terwiesch, Christian (1999), «Accelerating the Process of Engineering Change Orders: Capacity and Congestion Effects», *Journal of Product Innovation Management*, Apr., vol. 16, no. 2.

## Глава 17

- Rother, Mike, and Shook, John (1998), *Learning to See*, The Lean Enterprise Institute, Brookline, MA.
- Morgan, James M. (2002), *High Performance Product Development; A Systems Approach to a Lean Product Development Process*, The University of Michigan, Ann Arbor MI.
- Morgan, James M., *Learning to See Product Development*, The Lean Enterprise Institute, Brookline, MA.
- Collins, Jim (2001), *Good to Great*, HarperCollins Publisher, New York, NY. (Русский перевод: Коллинз Д. От хорошего к великому. Почему одни компании совершают прорыв, а другие нет/ Джим Коллинз — СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2006.)



Доктор Джеймс Морган проработал в автомобилестроении более 24 лет, занимаясь разработкой продукции и операционным руководством. В частности, он был вице-президентом TDM, одного из ведущих поставщиков комплектующих, инструмента и инжиниринговых услуг для автомобильной промышленности. Джеймс Морган имеет степени магистра и доктора философии в области технических наук Мичиганского университета. В университете он в течение трех лет занимался сравнительным исследованием систем разработки продукции Toyota и одного из ее североамериканских конкурентов, которое было удостоено премии Синго (Shingo Award).

Данное исследование позволило создать целостную модель системы бережливой разработки продукции. Эту модель доктор Морган использовал для анализа и совершенствования систем разработки продукции в нескольких компаниях из списка *Fortune* в США и Европе. Доктор Морган опубликовал ряд статей и ведет занятия и семинары по авторской методике в Мичиганском университете, Массачусетском технологическом институте, Lean Enterprise Institute, Lean Enterprise Academy и Society of Automotive Engineers.

В настоящее время Джеймс Морган является техническим директором Ford Motor Company.

Доктор Джеффри Лайкер — профессор кафедры организации и инженерного обеспечения производства Мичиганского университета. Список его публикаций включает более 70 наименований. Он автор семи книг, в том числе международного бестселлера «Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира» (*The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*). Эта книга рассказывает о философии и принципах культуры Toyota, благодаря которым эта компания добилась непревзойденного качества и эффективности. «Дао Toyota» дополняет книга «Практика дао Toyota» (*Toyota Way Fieldbook*), написанная в соавторстве с Дэвидом Майером, в которой подробно рассказывается о том, как освоить принципы дао Toyota на практике. Кроме того, он является редактором книги *Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers* (Productivity Press, 1997), которая в 1998 году получила премию Сигео Синго за выдающиеся достижения в исследованиях производства. Доктор Лайкер — лауреат трех

## Об авторах

премий Синго за достижения в области исследований производства (в 1995, 1996 и 1997 годах), а также автор книг *Engineered in Japan* (Oxford University Press, 1995); *Concurrent Engineering Effectiveness: Integrating Product Development Across Organizations* (Hanser-Gardner, 1997) и *Remade in America: Transplanting and Transforming Japanese Manufacturing Methods* (Oxford University Press, 1999). Доктор Лайкер активно пропагандирует свои идеи, читая лекции, в том числе на выездных собраниях высшего менеджмента, и дает консультации по бережливому производству в качестве независимого специалиста и представителя консультационной фирмы Optiprise, Inc., соучредителем которой является.

# Предметный указатель

## А

Автоматизация 303, 361  
Автомобили класса люкс 65, 68,  
162–164, 166, 190, 340  
Автомобиль с гибридным двигателем  
см. Prius 170, 172, 242  
Автономизация см. Дзидока 130  
Адлер, Пол 114, 371  
андон 35, 130, 305

## Б

Большая тройка 34, 43, 244, 246, 248,  
278

## В

Вада, Акихиро, исполнительный  
вице-президент 169, 171, 172  
Вариабельность выполнения задач  
114, 135, 151  
Вариабельность поступления задач  
115, 125, 135, 143  
Вариация 42, 48, 50, 65, 68, 72–73,  
86, 100, 102, 111, 114–118, 124,  
134–135, 137–138, 149, 153, 213,  
222, 236, 247, 292, 295, 305, 344,  
358, 360–362, 364, 378  
Визуальная коммуникация 48, 54, 127,  
313  
Визуальный менеджмент 130, 148,  
197, 304–305, 317–318, 416,  
419  
Виртуальная сборка 255, 294, 296–297,  
299, 360, 363–364  
Внутренний агент перемен 395–397  
Время выполнения заказа 94, 106,  
108–109, 112–115, 130, 178, 183,

196, 213, 304, 310, 317, 322, 350,  
360–361, 371–372

Время переналадки 149, 305–306, 364,  
420

Время такта 50, 129, 134, 137, 298, 305,  
394

Время управленческого цикла 129–  
130, 133, 135

Вумек, Джеймс 23–25, 33, 357–358,  
365, 395

Выравнивание объема работ 50, 116,  
118–120, 125, 134, 144, 286

Выровненный поток процесса раз-  
работки продукции 48, 50,  
101–102, 110, 116, 129, 134–135,  
144, 286, 296, 390

## Г

Гарднер, Гленн 177, 184, 192, 193

Генти генбуцу, принцип 52, 64, 79,  
218–221, 255, 265, 268, 279, 281,  
288, 315, 346, 404

Гибкое регулирование производи-  
тельности 134–135, 142, 144–  
145, 240, 361–362, 411

Гибкое укомплектование персоналом  
145, 184, 286

Гибридный автомобиль см. Prius 170,  
172, 242

Главный инженер 27, 34, 51–52, 62–64,  
69–70, 78–79, 81, 87–88, 90–91,  
117, 129–130, 132, 139, 157–163,  
166–169, 171–172, 175, 177–181,  
183, 185–191, 194, 196–198,  
200–205, 219, 220, 231–232, 234,  
242, 259, 265–266, 272, 284–285,

- 314–317, 319, 340–341, 344, 358,  
366, 399, 400, 410
- Главный инженер по организации  
производства (СРЕ) 198, 200,  
202
- Голос потребителя 158, 162–163,  
179–180
- Графики фундоси 125–127
- Д**
- Деминг, Эдвардс 141, 261, 263–264,  
396
- Демонтаж продукции конкурентов  
219, 254, 264, 336, 338, 343–344,  
346, 358, 380
- Дзидока 130
- Дрогош, Джон 415
- Друкер, Питер 59, 252, 373
- Е**
- Единая компоновка 86, 131, 139, 144,  
300, 307
- Единые платформы 73–76, 78, 88, 102,  
119, 138–139, 154, 190, 307
- З**
- Запасы 33, 101, 106–108, 110, 116,  
127–128, 133, 371, 415
- И**
- Идзивару-испытания 259
- Инженер по параллельному проекти-  
рованию 89–93, 122, 134, 198,  
200, 203–204, 220, 359–360
- Инженеры по приглашению 186, 228,  
239, 256, 282, 362, 367, 412
- Инструменты координации 318
- К**
- Кайдзен см. также Непрерывное со-  
вершенствование 45, 55,  
135, 140, 149, 157, 257, 265, 271,  
274, 276, 277, 280–281, 284,  
288
- Канбан карточки 35, 132
- Кейрецу 227–228, 231, 243, 244
- Кенто (этап изучения) 49, 72–73,  
80, 82, 84, 88, 90, 92, 94–96, 98,  
100, 116–117, 120, 134, 199–200,  
261, 277, 286, 297, 320, 346, 349,  
358–361, 363–364
- Кентодзу (эскизные чертежи) 80, 84,  
87–88, 98, 100, 344, 349
- Кимбара, Ёсиро 166, 169
- Китай 36, 199, 237
- Кодзокейкаку 87, 98, 143, 199
- Кодзокейкаку (эскизный проект кузо-  
ва) 98
- Коллинз, Джим 406
- Команды прорыва 77, 255
- Команды разработки модулей (MDT)  
52, 63–65, 68–69, 84–86, 88–90,  
93–94, 96, 121–122, 134, 196,  
198–204, 317, 319, 344, 358,  
360–361, 363–364
- Контрольные листки 55, 84, 90, 92,  
130–131, 133, 135, 139–143, 145,  
150, 153, 186, 199, 200, 203,  
220–221, 255, 261, 292–293,  
300–302, 305, 316, 319, 3  
36–339, 346–348, 351, 359–362,  
364, 365, 411–412
- Концептуальный проект 87, 90, 169,  
179, 197, 314–316, 319, 344, 358,  
399
- Культура 28, 45–46, 48, 51, 53–54,  
84, 135, 151, 157, 173, 179,  
188, 209, 214, 215, 217, 221–222,  
243, 251, 254, 256–257, 263,  
265–278, 281, 283–288, 294,  
308, 335, 336, 351, 356, 358–359,  
361–363, 365, 367, 369, 391, 393,  
404–406

## Л

Линейная структура 398  
 Логика процесса 117–118, 126, 134, 144  
 Лунд, Энди 279, 283  
 Лутц, Роберт 39, 177, 191

## М

Масаки, Кунихико 120, 335, 338  
 Матрица качества компонентов 86,  
 93, 131, 255, 336, 338, 346–348,  
 351, 360, 364, 411–412  
 Матрицы решений 83, 220, 319,  
 342  
 Матричная организационная струк-  
 тура 158, 173, 176, 179, 184–185,  
 187–188, 190–192, 194, 197,  
 203–205, 277, 410, 412  
 Межфункциональная интеграция  
 48, 52, 181, 184, 204–205, 355,  
 365–367  
 Межфункциональная синхронизация  
 121–123, 134, 146  
 Метод пяти почему 101, 236, 258, 261,  
 283  
 Мидзен боси (качество, закладываемое  
 при проектировании) 49,  
 73, 92  
 Многократного использования прин-  
 цип 131–132, 295, 307  
 Мўда (потери) 34–35, 48–50,  
 59–61, 69–70, 72–73, 82, 90,  
 99, 101–112, 115–116, 118, 126–  
 127, 129, 138, 143, 145, 245, 252,  
 257, 265–266, 292, 302, 309, 330,  
 357, 359, 362, 364, 370–372, 381,  
 388, 390, 393, 395, 397, 402–403,  
 405, 413  
 Мўра (неравномерность) 102, 109,  
 110–111, 125  
 Мўри (перегрузка) 102, 107, 109–111,  
 114, 116, 360

## Н

Накамура, Кэня 157, 159  
 Наставничество 34, 52, 152, 154,  
 179, 188, 207–209, 212–213,  
 215–216, 218, 221–222, 256,  
 264, 268, 272, 278–279, 306,  
 336, 365, 407, 412  
 Незавершенное производство 112,  
 361, 375, 376, 386  
 Немаваси 64, 214, 269, 275, 281, 285,  
 315, 319, 322  
 Непрерывное совершенствование см.  
 также Кайдзен 45, 48, 53, 55, 72,  
 102, 111, 135, 143, 154, 218, 248,  
 251, 257, 261, 264, 269, 271, 276,  
 278, 311, 340, 365, 373, 391, 404,  
 413  
 Непрерывный поток 110, 131, 149, 363  
 Неравномерность см. Мўра 102, 107,  
 109  
 Неявное знание 140, 252–254, 264, 278,  
 335–336, 346, 365  
 Ниими, Ацуси 151  
 Нонака, Икудзиро 252

## О

Обея 52, 130, 167, 181, 196–197,  
 203–204, 316–317, 366, 390, 398,  
 409, 411–412  
 Обучение на рабочем месте 152, 212–  
 213, 216, 255, 264, 365, 407–408  
 Окамота, Ути 207  
 Окуда, Хироси 81, 170, 172, 242, 273  
 Оно, Тайити 35, 106, 223, 272, 313  
 Организационное обучение 48,  
 55, 251–253, 261, 335–336,  
 350–351  
 Отчет формата А3 55, 215, 219, 255,  
 258, 266, 269, 275, 284, 319,  
 324–325, 329, 331, 336, 359–360,  
 365, 367, 390, 398, 406, 411–412

## П

Параллельное проектирование 23, 27, 34, 73, 79–80, 82, 86–87, 89–91, 99, 106, 121–122, 145, 181, 196, 198, 200–202, 217, 249, 296, 302, 313–314, 317, 340, 363, 372, 374, 378, 387, 391, 401, 416

Параллельное проектирование на базе альтернатив (SBCE) см. также Параллельное проектирование 23, 27, 34, 73, 79–80, 82, 314, 416

Планирование цикла 117–119, 135

Пока-ёкэ 35, 130–131

Поток единичных изделий 101, 110, 134, 310, 371, 420

Потоки работ 104, 109, 357, 396, 397, 398–399, 409, 412

Поток создания ценности 26, 28, 47, 102–104, 111, 121, 128, 132, 134, 153, 266, 294, 298, 336, 355, 357–358, 369, 372, 370, 363, 373–375, 377–378, 384–385, 387, 391, 393–394, 396–398, 403, 405, 410–411, 415–417, 419

Правильный старт процесса разработки 23, 48–49, 69, 71–72, 74, 93, 100, 116, 286, 297, 299, 314

Прежде всего потребитель, принцип 187, 199, 270, 277, 358, 404

Преобразование культуры 393–394, 403–406, 409, 413

Принципы LPDS 29, 47, 51, 53, 69, 116, 144, 152–153, 179, 221–222, 226, 248, 251, 264–265, 270, 286–287, 292, 295, 297, 299, 350, 412

Проект новичка 215–217, 221, 342, 365

Производственная система Toyota (TPS) 27, 34, 229, 265, 272, 393, 396

## Р

Развертывание политики см. Хосин канри 54, 216, 321–322

Размышление см. Хансей 251, 255–256, 280, 365

Ринги система 320, 349

Рус, Дэниэл 23, 33

## С

САПР 42, 54, 88, 93, 105–106, 112, 124, 131, 137, 145, 148, 150, 195, 216, 291, 294–296, 307, 309, 318, 337, 361, 408, 412

Сборка без подгонки 306

Сборка опытного образца 123, 219, 220, 258, 262

Сендзу (технологические чертежи) 86–87, 90, 93, 145–146, 154, 203, 336, 338, 346, 348, 351, 359–360

Сидзисё 63

Сидзисё (прямой приказ) 63

Сирамидзу, Косукэ 61

Система вытягивания 101, 108, 128, 132–135, 146, 195, 357, 362, 382

Система главных инженеров 23, 48, 51, 157–160, 172, 178–180, 184–185, 196, 204, 265, 285, 358, 410, 412

Скользящий график выпуска проектной документации 127–128, 133–135, 359, 363

Снижение затрат 23, 36, 39, 50, 75, 77, 94, 105, 110, 138, 147, 182, 224, 226, 229, 247–248, 277, 292, 395

Собек, Дорвард 27, 34, 177, 183, 191, 195, 228

Составление карт потока создания ценности см. также PDVSM 25, 49, 103, 369–372, 374, 378, 381, 388, 393, 400, 405–406, 417



Стандартизация знаний и навыков 124, 139, 151–152, 362  
Стандартизация конструкции 23, 138–139, 146, 153  
Стандартизация процесса 51, 102, 138, 139, 143, 148, 153, 300  
Стандартизированные карты процесса 346, 349, 351, 361  
Судзуки, Итиро 162–165, 175

## Т

Тё, Фудзио 271–272, 276  
Теория очередей 49, 111–116, 138  
Теория социотехнических систем 28, 34, 45, 47, 153, 355  
Технический центр Toyota (ТТС) 25, 120, 199–201, 203, 237, 248, 257, 260, 279, 282, 322–323, 335  
Технологические чертежи см. Сендзу 86, 90, 203, 348  
Того, Юкиясу 162  
Тоёда, Ейдзи 162, 166, 169, 196  
Тоёда, Кийтиро 218, 270–271, 369, 393  
Тоёда, Сакити 45, 270–271, 369  
Тоёда, Сойтиро 161  
Точно вовремя, принцип 124, 127–128, 149, 229, 305, 362  
Трудовая этика 273–275, 284, 288

## У

Умингер, Гленн 101  
Унификация 42, 50, 72, 74, 76, 83, 139, 146, 153, 186  
Уорд, Ал 25, 27, 34, 59, 99  
Управление изменениями 370, 405, 413  
Управление качеством в Toyota 399  
Управление по принципу хоренсо 281–283

Устранение потерь 106, 109, 153, 270, 358–360, 369  
Утиямада, Такеси 25, 81, 162, 166–169, 171–172, 175, 181, 196–198, 242, 265, 316–317

## Ф

Форд, Генри 101, 137, 174  
Функциональная сборка 306–308, 366

## Х

Хансей (размышление) 152, 251, 255–259, 261, 264, 268, 280, 283, 288, 336, 339, 347, 364–365, 367  
Хасэгава, Тацуо 159  
Хетакус-о-секке 335, 338  
Хосин канри (развертывание политики) 54, 64, 216, 281, 284, 321–324, 399, 408, 410, 412

## Ц

Ценность с точки зрения потребителя 38, 49, 59–62, 64, 69–70, 87, 91, 158, 164, 357, 358, 399–400

## Ш

Штерзингер, Даррел 237, 248  
Шук, Джон 25, 103, 173, 369, 370

## Э

Эйнштейн, Альберт 45

## Я

Явное знание 252–253, 335  
Ямадзumi табло 120  
Ямасина, Джордж 25, 257, 282  
Ячейки 101, 127–128, 133–134, 149–150, 305, 342, 415, 420  
Яэгаси, Такехиса 273

## A

Aisin 228  
Araco 228  
Avalon 75, 191, 200, 239, 201–202

## B

BMW 65, 162–163, 225

## C

Camry 36, 75, 94, 191, 200, 233, 239, 347, 201–202  
Chrysler 27, 34, 177–178, 183–184, 191–196, 203, 225, 246  
Corolla 42, 159, 166  
Crown 78, 157, 159

## D

Daihatsu 120  
DaimlerChrysler 36, 39, 41, 225, 237  
Denso 228, 239, 243

## E

Echo 324

## F

Ford 36, 39, 41–42, 101, 225, 237

## G

General Motors 41, 225, 248  
General Tire 239

## H

Hino 120

## J

J. D. Power & Associates 225

## K

K4 см. Кодзокейкаку 87, 98, 143, 199  
Kanto Auto Body 120

## L

Lexus 59, 61, 65, 68, 78, 161–166, 190, 340–341  
Lockheed 218  
LPDS (бережливая система разработки продукции) 28, 34–35, 42–43, 55, 71, 114, 153, 157, 205, 222, 248, 264, 287, 292, 350, 355–356, 365, 367, 393, 411

## M

Matsushita 242, 274  
MDT см. Команды разработки модулей 63, 85–86, 88, 90, 93, 96, 200–203, 344, 358, 360–361, 363–364  
Mercedes Benz 65, 162, 164–165, 225  
Merrill Lynch 37

## N

NAC (North American Car Company) 43, 60–61, 78, 82–83, 87, 96, 141, 144, 146, 175–177, 179, 209–212, 217, 259–260, 284–286, 293–294, 296, 299–310, 336–337, 343–344, 346, 350  
NASA 185

## P

PDVSM (составление карт потока создания ценности при разработке продукции) 104, 370–371, 372, 379, 387, 389, 390–391, 396, 403, 412  
PeopleFlo Manufacturing Inc. 415–417, 420  
Prius 77, 81, 161–162, 166–170, 172, 181, 196, 198, 241, 243, 255, 265, 273–274, 316

## S

SE см. Инженер по параллельному проектированию 90–93, 200, 203, 359  
Solara 36, 191, 239

## Предметный указатель

### **T**

Toyoda Automatic Loom Works 270,  
393  
Toyota Auto Body 120, 124, 323  
Toyota Auto Loom 124  
Toyota Industries 124  
Toyota Manufacturing, Северная Аме-  
рика 101, 151

TPS см. Производственная система  
Toyota 27, 34, 229, 265, 272, 393, 396  
TTC см. Технический центр Toyota  
203, 260, 322–323

### **V**

VSM см. Составление карт потока со-  
здания ценности 369–371, 374,  
378, 388, 417

# **Система разработки продукции в TOYOTA**

*Люди, процессы, технология*

Технический редактор *Н. Лисицына*

Корректор *О. Богачева*

Компьютерная верстка *М. Поташкин*

Художник обложки *И. Шатрова*

Подписано в печать 23.08.2007. Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная № 1. Печать офсетная.

Объем 27,5 печ. л. Тираж 3000 экз. Заказ №

Альпина Бизнес Букс

123060, Москва, а/я 28

Тел. (495) 980-53-54

[www.alpina.ru](http://www.alpina.ru)

e-mail: [info@alpina.ru](mailto:info@alpina.ru)