

# Глава 12: Экономика программной инженерии

Из SWEBOOK

## Содержание

- 1 Основы экономики программной инженерии
  - 1.1 Финансы
  - 1.2 Бухгалтерский учет
  - 1.3 Контроль
  - 1.4 Денежный поток
  - 1.5 Процесс принятия решений
  - 1.6 Оценка
  - 1.7 Инфляция
  - 1.8 Амортизация
  - 1.9 Налогообложение
  - 1.10 Временная стоимость денег
  - 1.11 Эффективность
  - 1.12 Эффективность
  - 1.13 Производительность
- 2 Экономика жизненного цикла
  - 2.1 Продукт
  - 2.2 Проект
  - 2.3 Программа
  - 2.4 Портфолио
  - 2.5 Жизненный цикл продукта
  - 2.6 Жизненный цикл проекта
  - 2.7 Предложения
  - 2.8 Инвестиционные решения
  - 2.9 Горизонт планирования
  - 2.10 Цена и расценки
  - 2.11 Стоимость и калькуляция
  - 2.12 Измерение производительности
  - 2.13 Управление освоённой стоимостью
  - 2.14 Решения о прекращении
  - 2.15 Решения о замене и выводе из эксплуатации
- 3 Риск и неопределенность
  - 3.1 Цели, оценки и планы
  - 3.2 Методы оценки
  - 3.3 Устранение неопределенности
  - 3.4 Приоритизация
  - 3.5 Решения в условиях риска
  - 3.6 Решения в условиях неопределенности
- 4 метода экономического анализа
  - 4.1 Анализ коммерческих решений
  - 4.2 Минимально приемлемая норма прибыли
  - 4.3 Возврат инвестиций
  - 4.4 Рентабельность вложенного капитала
  - 4.5 Анализ затрат и результатов
  - 4.6 Анализ экономической эффективности
  - 4.7 Анализ безубыточности
  - 4.8 Экономическое обоснование
  - 4.9 Оценка нескольких атрибутов
  - 4.10 Анализ оптимизации
- 5 практических соображений
  - 5.1 Принцип «достаточно хорошего»
  - 5.2 Экономика без трения

- 5.3 Экосистемы
- 5.4 Оффшоринг и аутсорсинг

## АКРОНИМЫ

<b>ЭВМ</b>	Управление освоенной стоимостью
<b>IRR</b>	Внутренняя норма прибыли
<b>MARR</b>	Минимально приемлемая норма прибыли
<b>SDLC</b>	Жизненный цикл разработки программного обеспечения
<b>SPLC</b>	Жизненный цикл программного продукта

<b>рентабельность инвестиций</b>	Прибыль на инвестиции
<b>РОЧЕ</b>	Доход на вложенный капитал
<b>совокупная стоимость владения</b>	Общая стоимость собственности

## ВВЕДЕНИЕ

Экономика разработки программного обеспечения связана с принятием решений, связанных с разработкой программного обеспечения в контексте бизнеса. Успех программного продукта, услуги и решения зависит от хорошего управления бизнесом. Тем не менее, во многих компаниях и организациях деловые отношения программного обеспечения с разработкой и проектированием программного обеспечения остаются неопределенными. В этой области знаний (КА) представлен обзор экономики разработки программного обеспечения. Экономика изучает стоимость, затраты, ресурсы и их взаимосвязь в данном контексте или ситуации. В области программной инженерии деятельность требует затрат, но само полученное программное обеспечение также имеет экономические характеристики. Экономика программной инженерии предоставляет способ систематического изучения атрибутов программного обеспечения и программных процессов, который связывает их с экономическими показателями. Эти экономические показатели могут быть взвешены и проанализированы при принятии решений, которые находятся в сфере деятельности организации, занимающейся разработкой программного обеспечения, и в рамках интегрированной сферы деятельности всего производственного или приобретающего бизнеса. Экономика разработки программного обеспечения связана с согласованием технических решений в области программного обеспечения с бизнес-целями организации. Для всех типов организаций — будь то «коммерческие», «некоммерческие» или правительственные — это означает устойчивое ведение бизнеса. В «коммерческих» организациях это дополнительно связано с достижением ощутимой отдачи от вложенного капитала — как активов, так и используемого капитала. Этот КА был сформулирован таким образом, чтобы адресовать все типы организаций, независимо от направленности, портфеля продуктов и услуг или ограничений владения капиталом и налогообложения. Такие решения, как «Должны ли мы использовать определенный компонент?» может показаться простым с технической точки зрения, но может иметь серьезные последствия для коммерческой жизнеспособности программного проекта и конечного продукта. Часто инженеры задаются вопросом, применимы ли такие опасения вообще, поскольку они «всего лишь инженеры». Экономический анализ и принятие решений являются важными инженерными соображениями, поскольку инженеры способны оценивать решения как с технической, так и с коммерческой точек зрения. Содержание этой области знаний — важные темы, о которых должны знать инженеры-программисты, даже если они никогда не участвовали в принятии конкретных бизнес-решений; у них будет всестороннее представление о бизнес-вопросах и роли технических соображений в принятии деловых решений. Многие инженерные предложения и решения, такие как «производить или

покупать», имеют глубокие внутренние экономические последствия, которые следует учитывать в явном виде. Этот КА сначала охватывает основы, ключевую терминологию, основные концепции и общепринятые практики экономики разработки программного обеспечения, чтобы показать, как принятие решений в области разработки программного обеспечения включает или должно включать бизнес-перспективу. Затем он представляет перспективу жизненного цикла, освещает управление рисками и неопределенностями и показывает, как используются методы экономического анализа. Некоторые практические соображения завершают область знаний. освещает управление рисками и неопределенностями и показывает, как используются методы экономического анализа. Некоторые практические соображения завершают область знаний. освещает управление рисками и неопределенностями и показывает, как используются методы экономического анализа. Некоторые практические соображения завершают область знаний.

## **РАЗБИВКА ТЕМ ПО МОДЕЛЯМ И МЕТОДАМ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

Разбивка тем по экономике программной инженерии КА показана на рис. 12.1.

### **1 Основы экономики программной инженерии**

#### **1.1 Финансы**

[ 1 , с2]

Финансы — это отрасль экономики, занимающаяся такими вопросами, как распределение, управление, приобретение и инвестирование ресурсов. Финансы являются элементом каждой организации, включая организации, занимающиеся разработкой программного обеспечения. Область финансов имеет дело с понятиями времени, денег, риска и того, как они взаимосвязаны. Это также касается того, как деньги тратятся и распределяются по бюджету. Корпоративные финансы связаны с предоставлением средств для деятельности организации. Как правило, это включает в себя баланс между риском и прибыльностью при попытке максимизировать богатство организации и стоимость ее акций. Это относится в первую очередь к «коммерческим» организациям, но также относится и к «некоммерческим» организациям. Последний нуждается в финансах для обеспечения устойчивости, не стремясь при этом к ощутимой прибыли. Для этого организация должна

- определить организационные цели, временные горизонты, факторы риска, налоговые соображения и финансовые ограничения;
- определить и внедрить соответствующую бизнес-стратегию, например, какие портфельные и инвестиционные решения принять, как управлять денежными потоками и где получить финансирование;
- измерять финансовые показатели, такие как денежный поток и рентабельность инвестиций (см. раздел 4.3 «Окупаемость инвестиций»), и предпринимать корректирующие действия в случае отклонения от целей и стратегии.

#### **1.2 Бухгалтерский учет**

[ 1 , с15]

Бухгалтерский учет является частью финансов. Это позволяет людям, чьи деньги используются для управления организацией, узнать результаты своих инвестиций: получили ли они ожидаемую прибыль? В «коммерческих» организациях это относится к ощутимой рентабельности инвестиций (см. раздел 4.3 «Окупаемость инвестиций»), тогда как в «некоммерческих» и государственных организациях, а также в «коммерческих» организациях это выражается в устойчивом оставлении в бизнесе. Основная роль бухгалтерского учета заключается в измерении фактических финансовых показателей организации и передаче финансовой информации о бизнес-объекте заинтересованным сторонам, таким как акционеры, финансовые аудиторы и инвесторы. Коммуникация, как правило, осуществляется в форме финансовых отчетов, которые показывают в денежном выражении экономические ресурсы, подлежащие контролю. Важно выбрать правильную информацию, которая актуальна и надежна для пользователя. Информация и сроки ее предоставления частично регулируются политиками управления рисками и корпоративного управления. Системы бухгалтерского учета также являются богатым источником исторических данных для оценки.

#### **1.3 Контроль**

[ 1 , с15]

Контроллинг является элементом финансов и бухгалтерского учета. Контроллинг включает в себя измерение и корректировку финансовых и бухгалтерских показателей. Это гарантирует, что цели и планы организации достигнуты. Контроллинг затрат — это специализированная ветвь контроллинга, используемая для выявления отклонений фактических затрат от плановых затрат.

#### 1.4 Денежный поток

[ 1 , с3]

Денежный поток — это движение денег в бизнес, проект или финансовый продукт или из него за определенный период. Понятия экземпляров денежного потока и денежных потоков используются для описания бизнес-перспективы предложения. Чтобы принять осмысленное деловое решение по какому-либо конкретному предложению, это предложение необходимо будет оценить с точки зрения бизнеса. В предложении разработать и запустить продукт X оплата за новые лицензии на программное обеспечение является примером экземпляра исходящего денежного потока. Для реализации этого предложения потребуются деньги. Доход от продаж продукта X на 11-м месяце после выхода на рынок является примером экземпляра входящего денежного потока. Деньги будут поступать из-за выполнения предложения.

Термин «денежный поток» относится к набору экземпляров денежных потоков с течением времени, которые вызваны выполнением некоторого заданного предложения. Поток денежных средств, по сути, представляет собой полную финансовую картину этого предложения.

Сколько денег уходит? Когда он выходит? Сколько денег приходит? Когда он приходит? Проще говоря, если денежный поток для Предложения А более желателен, чем денежный поток для Предложения Б, то при прочих равных условиях организации лучше реализовать Предложение А, чем Предложение Б. Таким образом, денежный поток равен важный вклад в принятие инвестиционных решений. Экземпляр денежного потока — это определенная сумма денег, поступающая в организацию или выходящая из нее в определенное время как прямой результат какой-либо деятельности. Диаграмма

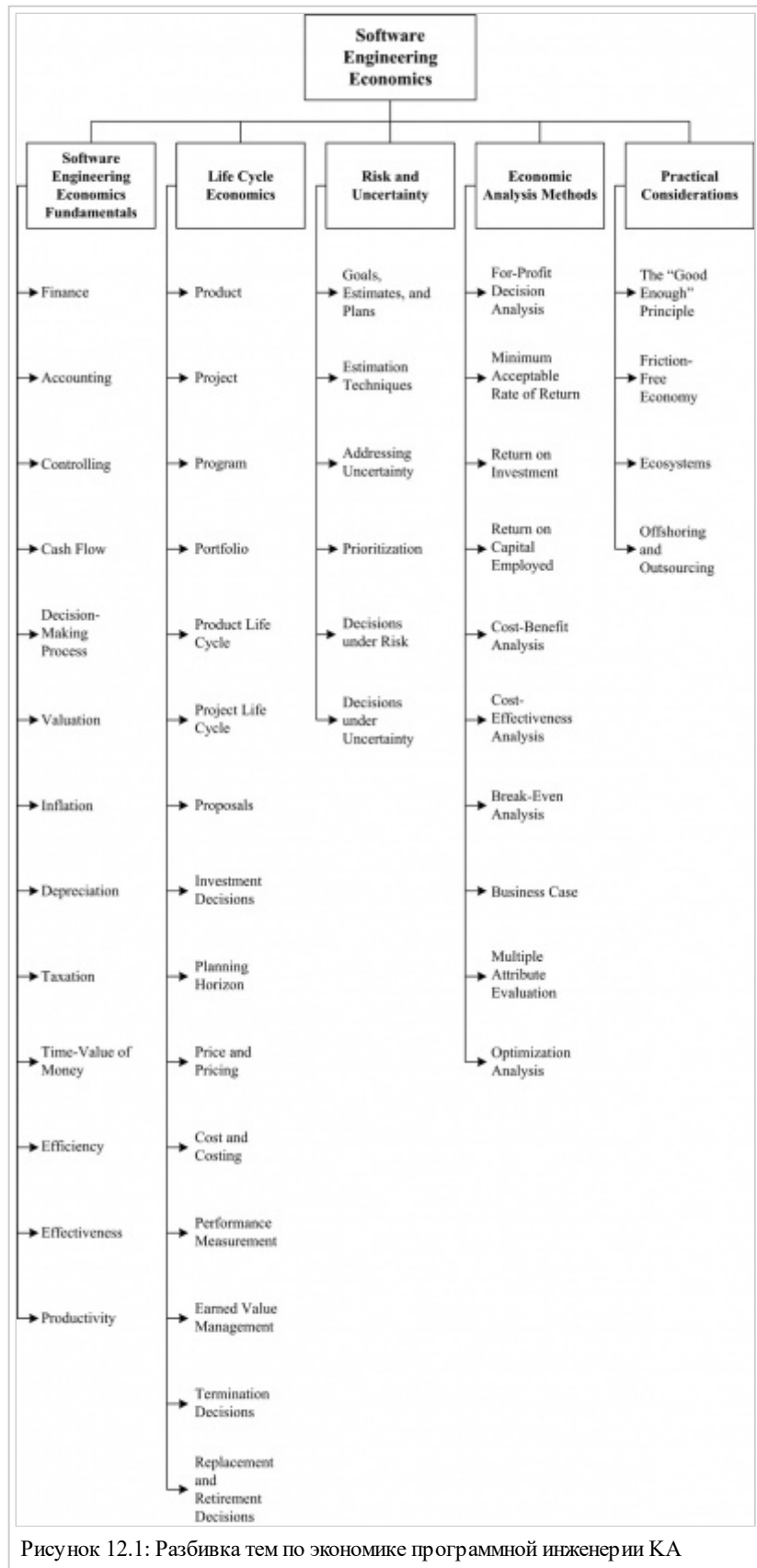


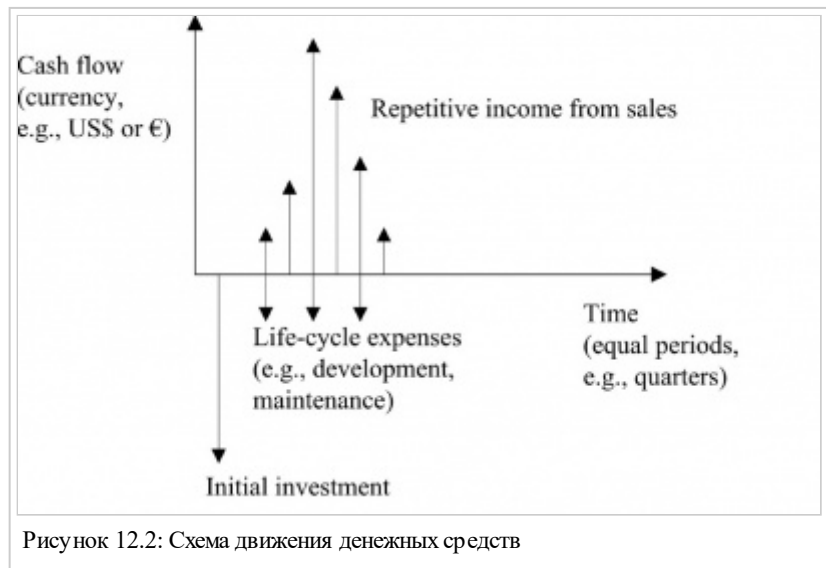
Рисунок 12.1: Разбивка тем по экономике программной инженерии КА

денежного потока представляет собой изображение потока денежных средств. Он дает читателю краткий обзор финансовой картины рассматриваемой организации или проекта. На рис. 12.2 показан пример диаграммы денежных потоков для предложения.

### 1.5 Процесс принятия решений

[ 1 , с2, с4]

Если мы предполагаем, что возможные решения одинаково хорошо решают данную техническую проблему, то почему организации должно быть важно, какое из них будет выбрано? Ответ заключается в том, что обычно существует большая разница в затратах и доходах от различных решений. Коммерческий готовый продукт-брокер объектных запросов может стоить несколько тысяч долларов, но усилия по разработке собственной службы, обеспечивающей ту же функциональность, легко могут стоить в несколько сотен раз больше.



Если все возможные решения адекватно решают проблему с технической точки зрения, то выбор наиболее подходящей альтернативы должен основываться на коммерческих факторах, таких как оптимизация совокупной стоимости владения (ТСО) или максимизация краткосрочной окупаемости инвестиций (ROI). Затраты на жизненный цикл, такие как исправление дефектов, выездное обслуживание и продолжительность поддержки, также являются важными соображениями. Эти затраты необходимо учитывать при выборе приемлемых технических подходов, поскольку они являются частью окупаемости инвестиций в течение всего срока службы (см. раздел 4.3 «Окупаемость инвестиций»). Систематический процесс принятия решений обеспечит прозрачность и позволит впоследствии обосновать его. Критерии управления во многих организациях требуют выбора как минимум из двух альтернатив.

Систематический процесс показан на рис. 12.3. Он начинается с имеющейся бизнес-задачи и описывает шаги по поиску альтернативных решений, определению критериев выбора, оценке решений, внедрению одного выбранного решения и мониторингу производительности этого решения.

На рис. 12.3 процесс показан в основном поэтапным и последовательным. Реальный процесс более плавный. Иногда шаги можно выполнять в другом порядке, а часто несколько шагов можно выполнять параллельно. Важно убедиться, что ни один из шагов не пропущен или сокращен. Также важно понимать, что этот же процесс применяется на всех уровнях принятия решений: от решения такого масштаба, как определение того, следует ли вообще выполнять программный проект, до выбора алгоритма или структуры данных для использования в программном модуле. Разница заключается в том, насколько финансово значимо решение и, следовательно, сколько усилий необходимо приложить для его принятия. Решение на уровне проекта является финансово значимым и, вероятно, требует относительно больших усилий для принятия решения.

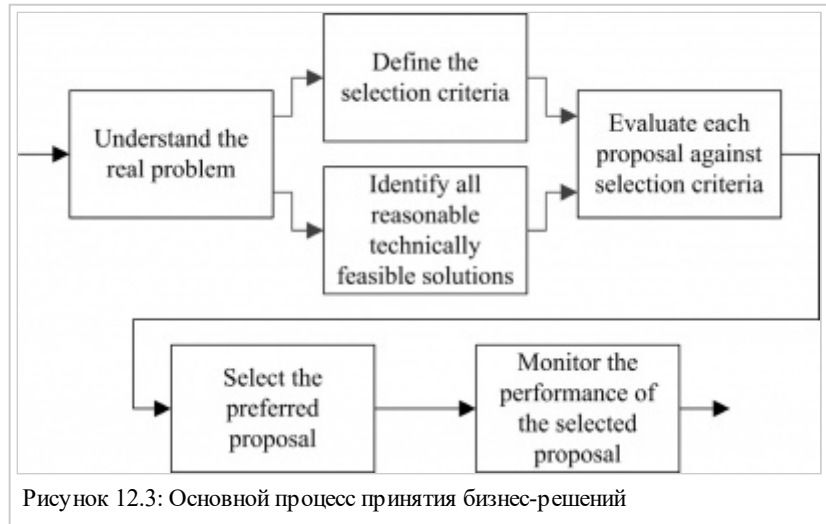
Чаще всего организация могла бы реализовать более одного предложения, если бы захотела, и обычно между предложениями существуют важные отношения. Возможно, Предложение Y может быть выполнено только в том случае, если будет выполнено Предложение X. Или, может быть, предложение P не может быть выполнено, если выполняется предложение Q, и не может быть выполнено Q, если выполняется P. Делать выбор намного легче, когда есть взаимоисключающие пути — например, либо A, либо B, либо C, либо что-то другое. При подготовке решений рекомендуется любой заданный набор предложений вместе с их различными взаимосвязями превращать в набор взаимоисключающих альтернатив. Затем можно сделать выбор среди этих альтернатив.

### 1.6 Оценка

[ 1 , с5, с8]

В абстрактном смысле процесс принятия решений — будь то финансовые или другие — направлен на максимизацию ценности. Всегда следует выбирать альтернативу, максимизирующую общую стоимость. Финансовой основой для сравнения на основе стоимости является сравнение двух или более денежных потоков. Доступны несколько баз сравнения, в том числе

- текущая стоимость
- будущая ценность
- годовой эквивалент
- внутренняя норма прибыли
- (дисконтированный) срок окупаемости.



Основываясь на временной стоимости денег, два или более денежных потока эквивалентны только тогда, когда они равны одной и той же сумме денег в общий момент времени. Сравнение денежных потоков имеет смысл только тогда, когда они выражены в одних и тех же временных рамках.

Обратите внимание, что стоимость не всегда может быть выражена в деньгах. Например, то, является ли товар торговой маркой, может существенно повлиять на его воспринимаемую ценность. Соответствующие ценности, которые не могут быть выражены в деньгах, все же должны быть выражены в аналогичных терминах, чтобы их можно было оценить объективно.

## 1.7 Инфляция

[ 1 , с13]

Инфляция описывает долгосрочные тенденции цен. Инфляция означает, что одни и те же вещи стоят дороже, чем раньше. Если горизонт планирования бизнес-решения превышает несколько лет или если уровень инфляции превышает пару процентных пунктов в год, это может привести к заметным изменениям в стоимости предложения. Следовательно, текущая временная стоимость должна быть скорректирована с учетом темпов инфляции, а также колебаний обменного курса.

## 1.8 Амортизация

[ 1 , с14]

Амортизация включает в себя распределение стоимости материального актива на несколько периодов времени; он используется для определения того, как инвестиции в капитализированные активы списываются с доходов в течение нескольких лет. Амортизация является важной частью определения денежного потока после уплаты налогов, что имеет решающее значение для точного учета прибыли и налогов. Если программный продукт должен быть продан после того, как были понесены затраты на разработку, эти затраты должны быть капитализированы и амортизированы в течение последующих периодов времени. Расходы на амортизацию за каждый период времени представляют собой капитализированные затраты на разработку программного обеспечения, разделенные на количество периодов, в течение которых программное обеспечение будет продаваться. Предложение по программному проекту можно сравнить с другими программными и непрограммными предложениями или с альтернативными вариантами инвестиций.

## 1.9 Налогообложение

[ 1 , с16, с17]

Государство взимает налоги для финансирования расходов, в которых нуждается общество, но в которые ни одна организация не стала бы инвестировать. Компании должны платить подоходный налог, на который может приходиться значительная часть валовой прибыли корпорации. Анализ решений, не учитывающий налогообложение, может привести к неправильному выбору. Предложение с высокой прибылью до

налогообложения не будет выглядеть столь же прибыльным с точки зрения после уплаты налогов. Неучет налогообложения также может привести к нереально завышенным ожиданиям относительно прибыльности предлагаемого продукта.

### 1.10 Временная стоимость денег

[ 1 , с5, с11]

Одна из самых фундаментальных концепций в финансах — и, следовательно, в бизнес-решениях — состоит в том, что деньги имеют временную стоимость: их стоимость меняется со временем. Конкретная сумма денег прямо сейчас почти всегда имеет другую ценность, чем та же сумма денег в какой-то другой момент времени. Эта концепция существует с самых ранних письменных источников человеческой истории и широко известна как *время-стоимость*. Чтобы сравнить предложения или элементы портфеля, их стоимость, стоимость и риск следует привести к чистой приведенной стоимости. Колебания валютных курсов с течением времени необходимо учитывать на основе исторических данных. Это особенно важно в трансграничных разработках всех видов.

### 1.11 Эффективность

[ 2 , с1]

Экономическая эффективность процесса, действия или задачи — это отношение фактически потребленных ресурсов к ресурсам, которые предполагается или желательно использовать при выполнении процесса, действия или задачи. Эффективность означает «делать все правильно». Эффективное поведение, как и эффективное поведение, приносит результаты, но сводит необходимые усилия к минимуму. Факторы, которые могут повлиять на эффективность разработки программного обеспечения, включают сложность продукта, требования к качеству, нехватку времени, возможности процесса, распределение команды, прерывания, отток функций, инструменты и язык программирования.

### 1.12 Эффективность

[ 2 , с1]

Эффективность заключается в воздействии. Это отношение между достигнутыми целями и поставленными целями. Эффективность означает «делать правильные вещи». Эффективность зависит только от того, достигнуты ли поставленные цели, а не от того, как они достигнуты.

### 1.13 Производительность

[ 2 , с23]

Производительность — это отношение выпуска к затратам с экономической точки зрения. Результат — это доставленная ценность. Вход охватывает все ресурсы (например, усилия), затраченные на получение результата. Продуктивность сочетает в себе эффективность и результативность с точки зрения ценности: максимальная производительность заключается в создании наибольшей ценности при минимальном потреблении ресурсов.

## 2 Экономика жизненного цикла

### 2.1 Продукт

[ 2 , с22] [ 3 , с6]

Продукт — это экономическое благо (или результат), созданное в процессе преобразования факторов продукта (или ресурсов) в результат. При продаже продукт представляет собой результат, который создает как ценность, так и опыт для своих пользователей. Продукт может представлять собой комбинацию систем, решений, материалов и услуг, поставляемых внутри компании (например, внутреннее ИТ-решение) или извне (например, программное приложение), либо как есть, либо в качестве компонента другого продукта (например, встроенного программного обеспечения).

### 2.2 Проект

[ 2 , с22] [ 3 , с1]

Проект – это «временная попытка создать уникальный продукт, услугу или результат». В программной инженерии различают разные типы проектов (например, разработка продукта, аутсорсинговые услуги, сопровождение программного обеспечения, создание услуги и т. д.). В течение своего жизненного цикла программный продукт может потребовать множество проектов. Например, на этапе разработки концепции продукта может быть реализован проект для определения потребностей клиентов и требований рынка; во время обслуживания может выполняться проект по выпуску следующей версии продукта.

### 2.3 Программа

Программа — это «группа связанных проектов, подпрограмм и программных мероприятий, управляемых скоординированным образом для получения преимуществ, недоступных при управлении ими по отдельности». Программы часто используются для идентификации и управления различными поставками одному клиенту или рынку в течение нескольких лет.

### 2.4 Портфолио

Портфели — это «проекты, программы, подпортфели и операции, управляемые как группа для достижения стратегических целей». Портфели используются для группировки и последующего одновременного управления всеми активами в рамках бизнес-направления или организации. Просмотр всего портфеля гарантирует, что учитываются последствия решений, таких как выделение ресурсов для конкретного проекта, а это означает, что те же самые ресурсы недоступны для других проектов.

### 2.5 Жизненный цикл продукта

[ 2 , c2] [ 3 , c2]

Жизненный цикл программного продукта (SPLC) включает в себя все действия, необходимые для определения, создания, эксплуатации, обслуживания и вывода из эксплуатации программного продукта или услуги и их вариантов. Действия SPLC по «эксплуатации», «сопровождению» и «списанию» обычно занимают гораздо больше времени, чем первоначальная разработка программного обеспечения (жизненный цикл разработки программного обеспечения — SDLC — см. Модели жизненного цикла программного обеспечения в процессе разработки программного обеспечения КА). Кроме того, операции «эксплуатация-обслуживание-списание» SPLC обычно требуют больше общих усилий и других ресурсов, чем операции SDLC (см. «Большая часть затрат на обслуживание» в КА «Сопровождение программного обеспечения»). Ценность программного продукта или сопутствующих услуг может быть объективно определена в течение периода «эксплуатации и обслуживания». Экономика программной инженерии должна касаться всей деятельности SPLC,

### 2.6 Жизненный цикл проекта

[ 2 , c2] [ 3 , c2]

Действия жизненного цикла проекта обычно включают пять групп процессов: инициирование, планирование, выполнение, мониторинг и контроль и закрытие [4] (см. Управление программной инженерией КА). Действия в жизненном цикле программного проекта часто чередуются, перекрываются и повторяются различными способами [3\*, c2] [5] (см. Процесс разработки программного обеспечения КА). Например, гибкая разработка продукта в SPLC включает в себя несколько итераций, которые производят приращения поставляемого программного обеспечения. SPLC должен включать в себя управление рисками и синхронизацию с различными поставщиками (если таковые имеются), а также предоставлять поддающуюся проверке информацию для принятия решений (например, соблюдение требований об ответственности за качество продукции или правил управления). Жизненный цикл программного проекта и жизненный цикл программного продукта взаимосвязаны; SPLC может включать в себя несколько SDLC.

### 2.7 Предложения

[ 1 , c3]

Принятие делового решения начинается с понятия *предложения*. Предложения касаются достижения бизнес-цели — на уровне проекта, продукта или портфеля. Предложение — это отдельный, отдельный вариант, который рассматривается, как выполнение конкретного проекта по разработке программного обеспечения или нет. Еще одним предложением может быть улучшение существующего программного компонента, а еще одним может быть переработка того же самого программного обеспечения с нуля.



Каждое предложение представляет собой единицу выбора — либо вы можете выполнить это предложение, либо нет. Вся цель принятия деловых решений состоит в том, чтобы выяснить, учитывая текущие деловые обстоятельства, какие предложения следует выполнять, а какие нет.

## 2.8 Инвестиционные решения

[ 1 , с4]

Инвесторы принимают инвестиционные решения, чтобы тратить деньги и ресурсы на достижение поставленной цели. Инвесторы находятся либо внутри (например, финансовый отдел, совет директоров), либо вне (например, банки) организации. Цель связана с некоторыми экономическими критериями, такими как достижение высокой отдачи от инвестиций, усиление возможностей организации или повышение стоимости компании. Следует учитывать такие нематериальные аспекты, как доброжелательность, культура и компетентность.

## 2.9 Горизонт планирования

[ 1 , с11]

Когда организация решает инвестировать в конкретное предложение, в этом предложении привязываются деньги — так называемые «замороженные активы». Экономические последствия замороженных активов имеют тенденцию к высокому началу и уменьшаются со временем. С другой стороны, эксплуатационные расходы и затраты на техническое обслуживание элементов, связанных с предложением, имеют тенденцию сначала быть низкими, но со временем увеличиваются. Общая стоимость предложения, то есть владения продуктом и его эксплуатации, представляет собой сумму этих двух затрат. На начальном этапе преобладают замороженные затраты на активы; позже преобладают эксплуатационные расходы и затраты на техническое обслуживание. Существует момент времени, когда сумма затрат минимальна; это называется *минимальной стоимостью жизни*.

Чтобы правильно сравнить предложение с четырехлетним сроком действия с предложением с шестилетним сроком действия, экономические последствия либо сокращения шестилетнего предложения на два года, либо инвестирования прибыли от четырехлетнего предложения еще на два года для решения. Горизонт планирования, иногда называемый периодом исследования, представляет собой согласованные временные рамки, в течение которых рассматриваются предложения. Такие эффекты, как срок службы программного обеспечения, необходимо учитывать при установлении горизонта планирования. Как только горизонт планирования установлен, можно использовать несколько методов для помещения предложений с разным сроком жизни в этот горизонт планирования.

## 2.10 Цена и расценки

[ 1 , с13]

Цена — это то, что платится в обмен на товар или услугу. Цена является фундаментальным аспектом финансового моделирования и одним из четырех элементов маркетингового комплекса. Остальные три Р — это продукт, реклама и место. Цена — единственный элемент, приносящий доход среди четырех Р; остальное расходы.

Ценообразование является элементом финансов и маркетинга. Это процесс определения того, что компания получит в обмен на свою продукцию. Факторы ценообразования включают себестоимость производства, положение на рынке, конкуренцию, конъюнктуру рынка и качество продукции. Ценообразование применяет цены к продуктам и услугам на основе таких факторов, как фиксированная сумма, перерыв в количестве, рекламная кампания или кампания продаж, котировка конкретного поставщика, дата отгрузки или выставления счета, комбинация нескольких заказов, предложения услуг и многие другие. Потребности потребителя могут быть преобразованы в спрос только в том случае, если потребитель имеет желание и возможность купить продукт. Таким образом, ценообразование очень важно в маркетинге. Ценообразование первоначально делается на этапе инициации проекта и является частью принятия решения «начать».

## 2.11 Стоимость и калькуляция

[ 1 , с15]

Стоимость — это стоимость денег, которые были израсходованы на производство чего-либо и, следовательно, больше не доступны для использования. В экономике стоимость — это альтернатива, от которой отказываются в результате решения.

Невозвратные затраты — это расходы до определенного времени, обычно используемые для абстрагирования решений от расходов в прошлом, которые могут вызвать эмоциональные препятствия в ожидании. С традиционной экономической точки зрения невозвратные затраты не должны учитываться при принятии решений. Альтернативная стоимость — это стоимость альтернативы, от которой необходимо отказаться, чтобы выбрать другую альтернативу.

Калькуляция затрат является частью управления финансами и продуктом. Это процесс определения стоимости на основе затрат (например, производство, разработка программного обеспечения, распространение, доработка) и целевой стоимости для обеспечения конкурентоспособности и успеха на рынке. Целевая стоимость может быть ниже фактической расчетной стоимости. Планирование и контроль этих затрат (называемое *управлением затратами*) очень важны и всегда должны учитываться при расчете затрат.

Важным понятием в калькуляции затрат является совокупная стоимость владения (TCO). Это особенно справедливо для программного обеспечения, потому что есть много не столь очевидных затрат, связанных с действиями SPLC после первоначальной разработки продукта. TCO для программного продукта определяется как общая стоимость приобретения, активации и поддержания работы этого продукта. Эти затраты можно разделить на прямые и косвенные. CCB — это метод учета, который имеет решающее значение для принятия обоснованных экономических решений.

## 2.12 Измерение производительности

[ 3 , с7, с8]

Измерение эффективности — это процесс, посредством которого организация устанавливает и измеряет параметры, используемые для определения того, достигают ли программы, инвестиции и приобретения желаемых результатов. Он используется для оценки того, действительно ли достигнуты цели производительности; контролировать бюджеты, ресурсы, прогресс и решения; и для повышения производительности.

## 2.13 Управление освоенной стоимостью

[ 3 , с8]

Управление освоенной стоимостью (EVM) — это метод управления проектами для измерения прогресса на основе созданной ценности. В данный момент результаты, достигнутые в проекте на сегодняшний день, сравниваются с прогнозируемым бюджетом и запланированным графиком выполнения на эту дату. Прогресс связывает уже потребленные ресурсы и достигнутые результаты на данный момент времени с соответствующими плановыми значениями на ту же дату. Это помогает выявить возможные проблемы с производительностью на ранней стадии. Ключевым принципом EVM является отслеживание отклонений по стоимости и графику путем сравнения запланированного графика с фактическим и бюджета с фактическими затратами. Отслеживание EVM позволяет намного раньше выявить отклонения и, таким образом, позволяет вносить исправления раньше, чем классическое отслеживание затрат и графика, которое рассматривает только доставленные документы и продукты.

## 2.14 Решения о прекращении

[ 1 , с11, с12] [ 2 , с9]

Прекращение означает завершение проекта или продукта. Прекращение может быть запланировано заранее на конец длительного жизненного цикла продукта (например, при прогнозировании того, что продукт достигнет своего жизненного цикла) или может произойти довольно спонтанно во время разработки продукта (например, когда целевые показатели эффективности проекта не достигнуты). В обоих случаях решение следует тщательно подготовить, всегда рассматривая альтернативы продолжения или прекращения. Необходимо оценить стоимость различных альтернатив, включая такие темы, как замена, сбор информации, поставщики, альтернативы, активы и использование ресурсов для других возможностей. Невозвратные затраты не должны учитываться при принятии таких решений, потому что они уже потрачены и больше не появятся в качестве ценности.

## 2.15 Решения о замене и выводе из эксплуатации

[ 1 , с12] [ 2 , с9]

Решение о замене принимается, когда организация уже имеет определенный актив и рассматривает возможность замены его чем-то другим; например, выбор между обслуживанием и поддержкой устаревшего программного продукта или его переработкой с нуля. В решениях о замене используется тот же бизнес-процесс принятия решений, который описан выше, но есть дополнительные проблемы: невозвратные затраты и ликвидационная стоимость. Решения об уходе на пенсию также связаны с полным прекращением деятельности, например, когда компания-разработчик программного обеспечения решает больше не продавать программный продукт или производитель оборудования рассматривает возможность больше не создавать и продавать определенную модель компьютера. На решение об отставке могут повлиять такие ограничивающие факторы, как зависимость от технологий и высокие затраты на выход.

## 3 Риск и неопределенность

### 3.1 Цели, оценки и планы

[ 3 , с6]

Цели в экономике разработки программного обеспечения в основном являются бизнес-целями (или бизнес-целями). Бизнес-цель связывает потребности бизнеса (например, повышение прибыльности) с инвестированием ресурсов (например, запуск проекта или запуск продукта с заданным бюджетом, содержанием и сроками). Цели относятся к оперативному планированию (например, достижение определенного рубежа в заданную дату или продление тестирования программного обеспечения на некоторое время для достижения желаемого уровня качества — см. Ключевые вопросы в тестировании программного обеспечения КА) и к стратегическому уровню (например, достижение определенной прибыльности или доли рынка в установленный период времени).

Оценка — это хорошо обоснованная оценка ресурсов и времени, которые потребуются для достижения поставленных целей (см. Оценка усилий, графика и стоимости в КА «Управление программной инженерией» и «Оценка затрат на обслуживание» в КА «Сопровождение программного обеспечения»). Оценка программного обеспечения используется для определения того, могут ли цели проекта быть достигнуты в рамках ограничений по графику, бюджету, функциям и атрибутам качества. Оценки обычно генерируются внутри компании и не обязательно видны извне. Оценки не должны определяться исключительно целями проекта, потому что это может сделать оценку чрезмерно оптимистичной. Оценка — это периодическая деятельность; оценки должны постоянно пересматриваться в ходе проекта.

План описывает действия и этапы, которые необходимы для достижения целей проекта (см. Планирование проекта разработки программного обеспечения в КА Управления программной инженерией). План должен согласовываться с целью и оценкой, что не всегда просто и очевидно — например, когда программный проект с заданными требованиями займет больше времени, чем намеченная клиентом дата. В таких случаях планы требуют пересмотра первоначальных целей, а также оценок и лежащих в их основе неопределенностей и неточностей. Для разрешения конфликтов применяются творческие решения, в основе которых лежит достижение бесприоритетной позиции.

Чтобы быть полезным, планирование должно включать рассмотрение ограничений проекта и обязательств перед заинтересованными сторонами. На рис. 12.4 показано, как изначально определяются цели. Оценки делаются на основе первоначальных целей. План пытается соответствовать целям и оценкам. Это итеративный процесс, поскольку первоначальная оценка обычно не соответствует первоначальным целям.

### 3.2 Методы оценки

[ 3 , с6]

Оценки используются для анализа и прогнозирования ресурсов или времени, необходимых для реализации требований (см. Оценка усилий, графика и стоимости в КА «Управление программной инженерией» и «Оценка затрат на обслуживание» в КА «Сопровождение программного обеспечения»). Существует пять семейств методов оценки:

- Экспертная оценка
- Аналогия
- Оценка по частям

- Параметрические методы
- Статистические методы.

Ни один метод оценки не идеален, поэтому полезно использовать метод множественной оценки. Сходимость оценок, полученных с помощью различных методов, указывает на то, что оценки, вероятно, точны. Разброс оценок указывает на то, что некоторые факторы могли быть упущены из виду. Поиск факторов, вызвавших разброс, а затем повторная оценка для получения сходящихся результатов могут привести к более точной оценке.

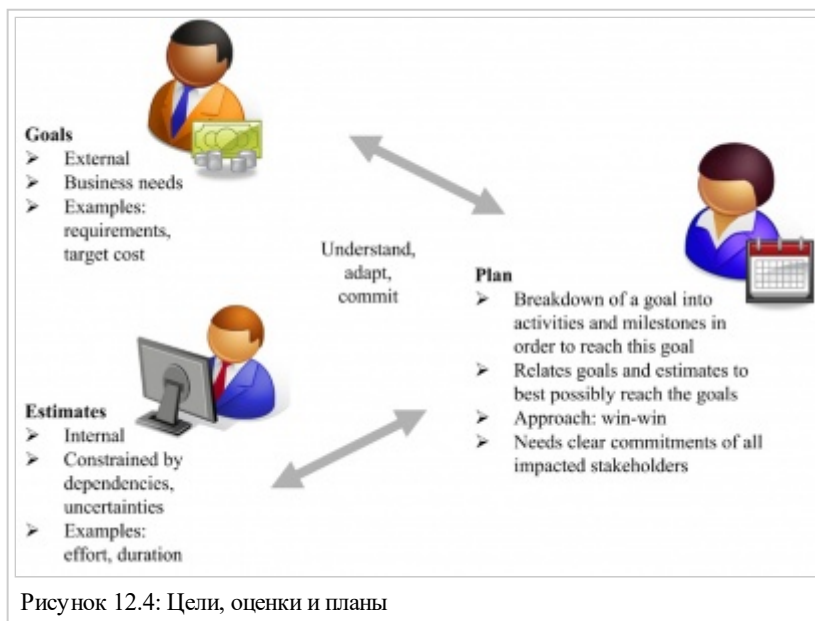


Рисунок 12.4: Цели, оценки и планы

### 3.3 Устранение неопределенности

[ 3 , с6]

Из-за множества неизвестных факторов во время инициации и планирования проекта оценки по своей природе неопределенны; эту неопределенность следует учитывать при принятии деловых решений. Методы устранения неопределенности включают

- учитывать диапазоны оценок
- анализировать чувствительность к изменениям допущений
- откладывать окончательные решения.

### 3.4 Приоритизация

[ 3 , с6]

Приоритизация включает в себя ранжирование альтернатив на основе общих критериев для обеспечения наилучшей возможной ценности. В проектах разработки программного обеспечения требования к программному обеспечению часто расставляются по приоритетам, чтобы предоставить клиенту наибольшую ценность в рамках ограничений графика, бюджета, ресурсов и технологий или обеспечить создание приращений продукта, где первые приращения обеспечивают наибольшую ценность для последующих заказчиков (см. Классификацию требований и согласование требований в Требованиях к программному обеспечению КА и Модели жизненного цикла программного обеспечения в Процессе разработки программного обеспечения КА).

### 3.5 Решения в условиях риска

[ 1 , с24] [ 3 , с9]

Методы принятия решений в соответствии с риском используются, когда лицо, принимающее решение, может назначить вероятности различным возможным результатам (см. Управление рисками в КА Управления программной инженерией). К специальным методам относятся

- принятие решения об ожидаемой стоимости
- ожидание отклонения и принятие решения
- Анализ Монте-Карло
- ожидаемая ценность совершенной информации.

### 3.6 Решения в условиях неопределенности

[ 1 , с25] [ 3 , с9]

Методы принятия решений в условиях неопределенности используются, когда лицо, принимающее решение, не может назначить вероятности различным возможным результатам, поскольку необходимая информация недоступна (см. Управление рисками в КА Управления программной инженерией).

Конкретные методы включают

- Правило Лапласа
- Правило Максимиана
- Правило Максимакса
- Правило Гурвица
- Правило минимаксного сожаления.

## 4 метода экономического анализа

### 4.1 Анализ коммерческих решений

[ 1 , с10]

На рис. 12.5 показан процесс определения наилучшей альтернативы из набора взаимоисключающих альтернатив. Критерии принятия решения зависят от бизнес-целей и обычно включают рентабельность инвестиций (см. раздел 4.3 «Окупаемость инвестиций») или рентабельность вложенного капитала (ROCE) (см. раздел 4.4 «Рентабельность вложенного капитала»).

Методы принятия коммерческих решений неприменимы к государственным и некоммерческим организациям. В этих случаях у организаций разные цели, а это означает, что необходим другой набор методов принятия решений, таких как анализ затрат и результатов или анализ экономической эффективности.

### 4.2 Минимально приемлемая норма прибыли

[ 1 , с10]

Минимально приемлемая норма прибыли (MARR) — это самая низкая внутренняя норма прибыли, которую организация считает хорошей инвестицией. Вообще говоря, было бы неразумно инвестировать в деятельность с доходностью 10%, когда есть другая деятельность, о которой известно, что она приносит 20%. MARR — это заявление о том, что организация уверена, что сможет достичь по крайней мере такой нормы прибыли. MARR представляет альтернативную стоимость инвестиций организации. Решив инвестировать в какую-то деятельность, организация прямо решает не инвестировать те же деньги куда-то еще. Если организация уже уверена, что может получить некоторую известную норму прибыли, другие альтернативы следует выбирать только в том случае, если их норма прибыли не ниже такой высокой. Простой способ учесть эти альтернативные издержки — использовать MARR в качестве процентной ставки при принятии деловых решений. Текущая стоимость альтернативы, оцененная по MARR, показывает, насколько больше или меньше (в современных денежных единицах) стоит эта альтернатива, чем инвестирование по MARR.

### 4.3 Возврат инвестиций

[ 1 , с10]

Возврат инвестиций (ROI) — это показатель прибыльности компании или бизнес-единицы. Он определяется как отношение денег, полученных или потерянных (реализованных или нереализованных) от инвестиций, к сумме вложенных денег. Цель ROI варьируется и включает, например, обоснование будущих инвестиций и решений о приобретении.

### 4.4 Рентабельность вложенного капитала

Рентабельность вложенного капитала (ROCE) является мерой прибыльности компании или бизнес-единицы. Он определяется как отношение валовой прибыли до уплаты налогов и процентов (EBIT) к общей сумме активов за вычетом текущих обязательств. Он описывает доходность использованного капитала.

### 4.5 Анализ затрат и результатов

[ 1 , с18]

Анализ затрат и результатов является одним из наиболее широко используемых методов оценки индивидуальных предложений. Любое предложение с соотношением выгод и затрат менее 1,0 обычно может быть отклонено без дальнейшего анализа, поскольку оно будет стоить больше, чем выгода. В

предложениях с более высоким коэффициентом необходимо учитывать связанный с инвестициями риск и сравнивать выгоды с вариантом инвестирования денег по гарантированной процентной ставке (см. раздел 4.2 «Минимальная приемлемая норма прибыли»).

#### 4.6 Анализ экономической эффективности

[ 1 , с18]

Анализ экономической эффективности аналогичен анализу экономической эффективности. Существует две версии анализа эффективности затрат: версия с *фиксированными затратами* maximizes benefit at a given upper limit of cost; версия с *фиксированной эффективностью* minimizes cost to achieve a fixed benefit.

#### 4.7 Анализ безубыточности

[ 1 , с19]

Анализ безубыточности определяет точку, в которой затраты на разработку продукта и получаемый доход равны. Такой анализ можно использовать для выбора между различными предложениями с разными расчетными затратами и доходами. Анализ безубыточности помогает сделать выбор между предложениями с учетом предполагаемых затрат и доходов по двум или более предложениям.

#### 4.8 Экономическое обоснование

[ 1 , с3]

Экономическое обоснование — это консолидированная информация, обобщающая и объясняющая бизнес-предложение с разных точек зрения для лица, принимающего решения (стоимость, выгода, риск и т. д.). Он часто используется для оценки потенциальной стоимости продукта, которую можно использовать в качестве основы в процессе принятия инвестиционных решений. В отличие от простого расчета прибыли и убытков, экономическое обоснование представляет собой «кейс» планов и анализов, которым владеет менеджер по продукту и который используется для поддержки достижения бизнес-целей.

#### 4.9 Оценка нескольких атрибутов

[ 1 , с26]

Обсуждаемые до сих пор темы используются для принятия решений на основе одного критерия принятия решения: денег. Выбирается альтернатива с наилучшей текущей стоимостью, наилучшей рентабельностью инвестиций и т. д. Помимо технической осуществимости, деньги почти всегда являются самым важным

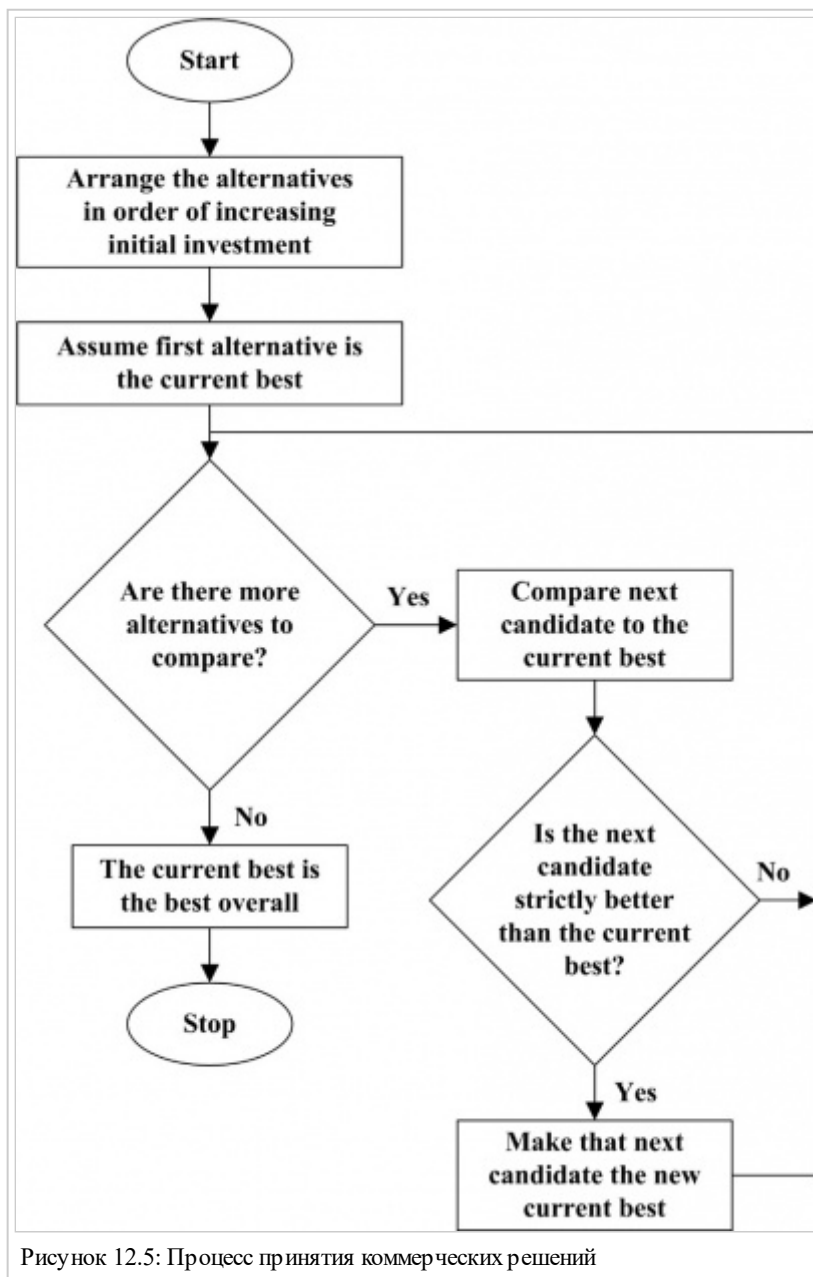


Рисунок 12.5: Процесс принятия коммерческих решений

критерием принятия решения, но не всегда единственным. Довольно часто существуют другие критерии, другие «атрибуты», которые необходимо учитывать, и эти атрибуты не могут быть выражены в деньгах. Методы принятия решений по множеству атрибутов позволяют учитывать при принятии решения другие, нефинансовые критерии.

Существует два семейства методов принятия решений по множеству атрибутов, которые различаются тем, как они используют атрибуты при принятии решения. Одно семейство — это «компенсаторные» или одномерные техники. Это семейство сводит все атрибуты к одному показателю качества. Семейство называется компенсационным, потому что для любой заданной альтернативы более низкий балл по одному атрибуту может быть компенсирован или заменен более высоким баллом по другим атрибутам. К компенсаторным методам относятся

- безразмерное масштабирование
- аддитивное взвешивание
- Аналитическая иерархия процессов.

Напротив, другое семейство — это «некомпенсаторные» или полноразмерные техники. Это семейство не допускает компромиссов между атрибутами. Каждый атрибут рассматривается как отдельный объект в процессе принятия решения. К некомпенсаторным методам относятся

- господство
- удовлетворяющий
- лексикография.

#### 4.10 Анализ оптимизации

[ 1 , с20]

Обычно оптимизационный анализ используется для изучения функции затрат в диапазоне значений, чтобы найти точку, в которой общая производительность является наилучшей. Классический компромисс между пространством и временем в программном обеспечении является примером оптимизации; алгоритм, который работает быстрее, часто использует больше памяти. Оптимизация уравнивает ценность более быстрой среды выполнения и стоимость дополнительной памяти.

Анализ реальных вариантов можно использовать для количественной оценки ценности выбора проекта, включая ценность отсрочки принятия решения. Такие варианты трудно рассчитать с точностью. Однако осознание того, что выбор имеет денежную ценность, дает представление о сроках принятия решений, таких как увеличение штата сотрудников проекта или увеличение времени выхода на рынок для повышения качества.

## 5 практических соображений

### 5.1 Принцип «достаточно хорошего»

[ 1 , с21]

Часто в проектах и продуктах разработки программного обеспечения нет четких целей, которые должны быть достигнуты. Заявлены требования к программному обеспечению, но предельная ценность добавления немного большей функциональности не может быть измерена. Результатом может быть поздняя доставка или слишком высокая стоимость. Принцип «достаточно хорошего» связывает предельную стоимость с предельными затратами и дает руководство для определения критериев, когда продукт «достаточно хорош» для доставки. Эти критерии зависят от бизнес-целей и приоритизации различных альтернатив, таких как ранжирование требований к программному обеспечению, измеримые атрибуты качества или соотношение графика с содержанием и стоимостью продукта.

Принцип RACE (уменьшайте количество аварий и управляйте сущностью) является популярным правилом для достаточно хорошего программного обеспечения. Несчастные случаи подразумевают ненужные накладные расходы, такие как позолота и доработка из-за позднего устранения дефектов или слишком большого количества изменений требований. Суть — это то, за что клиенты платят. Экономика программной инженерии предоставляет механизмы для определения критериев, определяющих, когда результат является «достаточно хорошим» для доставки. Также подчеркивается, что оба слова уместны: «хорошо» и «достаточно». Недостаточное качество или недостаточное количество недостаточно хорошо.

Гибкие методы являются примерами «достаточно хороших», которые пытаются оптимизировать ценность за счет сокращения накладных расходов на отложенную доработку и позолоту, возникающую в результате добавления функций, которые имеют низкую предельную ценность для пользователей (см. Гибкие методы в Модели и методы разработки программного обеспечения КА и модели жизненного цикла программного обеспечения в процессе разработки программного обеспечения КА). В гибких методах подробное планирование и длительные этапы разработки заменяются поэтапным планированием и частым предоставлением небольших приращений готового продукта, который тестируется и оценивается представителями пользователей.

## 5.2 Экономика без трения

Экономические трения — это все, что удерживает рынки от совершенной конкуренции. Это включает в себя расстояние, стоимость доставки, ограничительные правила и / или неполную информацию. На рынках с высоким уровнем трения у клиентов не так много поставщиков, из которых можно выбирать. Некоторое время заниматься бизнесом или иметь магазин в хорошем месте определяет экономическое положение. Новым конкурентам трудно начать бизнес и конкурировать. Рынок движется медленно и предсказуемо. Рынки без трений как раз наоборот. Появляются новые конкуренты, и клиенты быстро реагируют. Рынок совсем не предсказуем. Теоретически в программном обеспечении и ИТ нет трения. Новые компании могут легко создавать продукты и часто делают это с гораздо меньшими затратами, чем существующие компании, поскольку им не нужно учитывать какое-либо наследие. Маркетинг и продажи могут осуществляться через Интернет и социальные сети, а в основном бесплатные механизмы распространения могут позволить выйти на глобальный уровень бизнеса. Экономика программной инженерии стремится обеспечить основу для оценки того, как работает бизнес программного обеспечения и насколько на самом деле свободен рынок. Например, конкуренция между разработчиками программных приложений подавляется, когда приложения должны продаваться через магазин приложений и соответствовать правилам этого магазина.

## 5.3 Экосистемы

Экосистема — это среда, состоящая из всех взаимозависимых стейкхолдеров, бизнес-единиц и компаний, работающих в определенной области. В типичной экосистеме есть производители и потребители, где потребители добавляют ценность к потребляемым ресурсам. Обратите внимание, что потребитель — это не конечный пользователь, а организация, которая использует продукт для его улучшения. Программная экосистема — это, например, поставщик приложения, работающий с компаниями, осуществляющими установку и поддержку в разных регионах. Ни одно из них не могло существовать без другого. Экосистемы могут быть постоянными и временными. Экономика программной инженерии предоставляет механизмы для оценки альтернатив при создании или расширении экосистемы — например, для оценки того, следует ли работать с конкретным дистрибьютором или поручить распространение компании, оказывающей услуги в данной области.

## 5.4 Оффшоринг и аутсорсинг

Оффшоринг означает осуществление коммерческой деятельности помимо продаж и маркетинга за пределами страны происхождения предприятия. Предприятия, как правило, либо имеют свои оффшорные филиалы в странах с низкими затратами, либо обращаются за помощью к специализированным компаниям за границей для выполнения соответствующей деятельности. Поэтому оффшоринг не следует путать с аутсорсингом. Оффшоринг внутри компании называется кэптивным оффшорингом. Аутсорсинг — это ориентированные на результат отношения с поставщиком, который выполняет деловые операции для предприятия, когда традиционно эти действия выполнялись внутри предприятия. Аутсорсинг не зависит от сайта. Поставщик может находиться по соседству с предприятием или в оффшоре (аутсорсинг оффшор). Экономика программной инженерии предоставляет основные критерии и бизнес-инструменты для оценки различных механизмов поиска и контроля их эффективности. Например, использование аутсорсингового поставщика для разработки и обслуживания программного обеспечения может снизить стоимость часа разработки программного обеспечения, но увеличить количество часов и капитальные затраты из-за возросшей потребности в мониторинге и коммуникации. (Дополнительную информацию об оффшоринге и аутсорсинге см. в разделе «Аутсорсинг» в разделе «Вопросы управления» в КА по обслуживанию программного обеспечения.)

## ДАЛЬНЕЙШИЕ ЧТЕНИЯ



*Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) [4].*

Руководство PMBOK® содержит рекомендации по управлению отдельными проектами и определяет концепции, связанные с управлением проектами. Он также описывает жизненный цикл управления проектом и связанные с ним процессы, а также жизненный цикл проекта. Это всемирно признанное руководство по управлению проектами.

*Программное дополнение к Руководству по своду знаний по управлению проектами (SWX) [5].*

SWX обеспечивает адаптации и расширения общих практик управления проектами, описанных в Руководстве PMBOK® по управлению программными проектами. Основным вкладом этого расширения в Руководство PMBOK® является описание процессов, применимых для управления адаптивными программными проектами жизненного цикла.

BW Boehm, *Экономика программной инженерии* [6].

Эта книга является классическим пособием по экономике программной инженерии. В нем представлен обзор бизнес-мышления в области разработки программного обеспечения. Хотя примеры и рисунки устарели, их все равно стоит прочитать.

К. Эберт и Р. Думке, *Измерение программного обеспечения* [7].

В этой книге представлен обзор количественных методов разработки программного обеспечения, начиная с теории измерений и заканчивая управлением эффективностью и принятием бизнес-решений.

DJ Reifer, *Создание программного обеспечения для бизнеса: улучшение в цифрах* [8].

Эта книга является классическим пособием по созданию бизнес-кейса в сфере программного обеспечения и информационных технологий. Многие полезные примеры иллюстрируют, как формулируется и количественно оценивается экономическое обоснование.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- [1] С. Токи, *Окупаемость программного обеспечения: максимизация окупаемости инвестиций в программное обеспечение*, Addison-Wesley, 2004.
- [2] Дж. Х. Аллен и др., *Разработка безопасности программного обеспечения: руководство для руководителей проектов*, Addison-Wesley, 2008.
- [3] RE Fairley, *Управление и руководство программными проектами*, Wiley-IEEE Computer Society Press, 2009.
- [4] Институт управления проектами и компьютерное общество IEEE, *Метрики и модели в разработке качества программного обеспечения*, 5-е изд., Институт управления проектами, 2013 г.
- [5] Институт управления проектами и компьютерное общество IEEE, *Расширение программного обеспечения к руководству PMBOK®, пятое издание, изд.: Институт управления проектами*, 2013 г.
- [6] BW Boehm, *Экономика разработки программного обеспечения*, Prentice-Hall, 1981.
- [7] К. Эберт и Р. Думке, *Измерение программного обеспечения*, Springer, 2007.
- [8] DJ Reifer, *Бизнес-обоснование программного обеспечения: улучшение в цифрах*, Addison Wesley, 2002.

Получено с " [http://swbokwiki.org/index.php?title=Chapter\\_12:\\_Software\\_Engineering\\_Economics&oldid=667](http://swbokwiki.org/index.php?title=Chapter_12:_Software_Engineering_Economics&oldid=667) "

- 
- Эта страница была последний раз изменена 27 августа 2015 года, в 16:09.