

УДК 658.5.012

Е.А. ДРУЖИНИН, И.Н. БАБАК

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЕКТОВ, УСТОЙЧИВЫХ К ПРОЯВЛЕНИЮ ФАКТОРОВ РИСКОВ

Рассмотрены проблемы планирования проектов. Проанализированы различные подходы к оценке устойчивости. Предложен подход к обеспечению устойчивости проектов за счет создания дополнительных резервов и планирования методов парирования рисков. Предложена модель выбора вида хранения дополнительного ресурса с учетом его жизненного цикла (ЖЦ).

проект, риск, устойчивость, дополнительные ресурсы, жизненный цикл, управление запасами

Введение

В области планирования проектов одним из наиболее важных моментов является разрешение противоречия между стремлением обеспечить выполнение всех этапов проекта в соответствии с разработанными планами, с одной стороны, а с другой – необходимостью учета изменений внешней среды, которые зачастую имеют случайный характер и вносят неопределенность в планируемые процессы достижения конечного результата. Отсюда вытекает актуальность задачи обеспечения устойчивости (стабильности) проектов одновременно с адаптацией к меняющимся условиям внешней среды.

Обеспечить выполнение плана проекта в соответствии с заданными ресурсными ограничениями и возможными изменениями во внешней среде можно за счет создания резервов и гибких структур. Вопросы по созданию резервов и планированию ресурсов широко проработаны. Но при планировании резервов различных видов (сырье, материалы, оборудование, финансы), осталась задача выбора рационального вида хранения каждого резерва.

Использование гибких (адаптивных) структур позволяет быстро реагировать на изменения внешних и внутренних условий проекта, причем данный процесс в идеале носит непрерывный характер. Так, в модели технологической зрелости предприятия

СММ (Capability Maturity Model) Питтсбургского Института Программной Инженерии (SEI) [1] показаны основные стадии совершенства процессов предприятия – от произвольных процессов до оптимизируемых. Именно верхние уровни технологической зрелости предприятия предполагают наличие механизмов адаптации, в первую очередь, к влиянию факторов внешних и внутренних рисков. По оценкам экспертов в Украине практически отсутствуют предприятия с управляемым и оптимизируемым уровнем технологической зрелости. Поэтому *актуальным* на данный момент стало создание таких механизмов в управлении проектами, которые учитывали бы возможные изменения во внешнем окружении проекта и позволяли бы осуществлять адаптивное управление процессами.

В данной работе *предлагается подход* к обеспечению устойчивости проектов в условиях воздействия неблагоприятных факторов благодаря созданию заранее обоснованных резервов ресурсов и планированию механизмов парирования последствий возникших изменений в процессе реализации проекта.

1. Задача обеспечения устойчивости проектов

Единого определения устойчивости не существует. Наиболее часто понятие устойчивости проекта

ассоциируется с его эффективностью. В работе [2] степень устойчивости проекта охарактеризована показателями границ безубыточности и предельных значений таких параметров проекта, как объем производства, цена продукции и т.д.

Кроме этого, для оценки устойчивости проекта часто используется анализ чувствительности, который заключается в исследовании изменений интегральных показателей эффективности проекта (в частности, чистой текущей стоимости) в зависимости от изменения отдельных параметров (инвестиционных затрат, издержек производства, процента за кредит, инфляции и т.д.). Мера устойчивости при этом интерпретируется как запас прочности между планируемой величиной изменяемого параметра и ее предельным значением, т.е. значением, при котором величина чистой текущей стоимости проекта становится равной нулю. В этом случае задача оценки устойчивости сводится к оценке безубыточности проекта при вариации его параметров.

Другой подход состоит в определении устойчивости с позиций значений экономических показателей деятельности предприятия (либо проектов) за заданный период его работы, которые формируются на основании данных бухгалтерского и управленческого учета [3]. При этом основное внимание уделяется анализу прошедшего периода деятельности. Получаемые параметры финансовой устойчивости предприятия – это набор различных коэффициентов и заданные желаемые уровни этих показателей. Однако почему они именно такие, как они взаимодействуют друг с другом, а также тенденцию их изменения при той или иной стратегии развития предприятия и меры по обеспечению надежности его функционирования они не дают.

Интерес представляют работы, в которых авторы пытаются использовать для анализа устойчивости математический аппарат теории автоматического управления и регулирования (устойчивость по Ляпунову, Пуассону, Лапласу) [4]. Однако вызывает

сомнения обоснованность возможности применения математических критериев анализа устойчивости для систем, динамика которых описывается системой дифференциальных уравнений, к процессам разработки и производства, являющихся по своей сути детерминированными или вероятностными событийными процессами.

Проведенный анализ подходов к определению устойчивости систем показал, что в них недостаточно внимания уделено устойчивости самих процессов разработки, производства и реализации продукции. В соответствии с международными стандартами управления качеством серии ISO 9001/2000 процессы реализации проекта рассматриваются как взаимосвязанная сеть основных и вспомогательных процессов, процессов организационного управления, управления рисками и других бизнес-процессов.

Устойчивость проекта предлагается определять с позиций достижения заданных результатов, соблюдения директивных сроков выполнения при заданных финансовых ограничениях. Результатирующими проектными рисками могут быть риски несвоевременного завершения проекта, превышения его стоимости и недостижения заданного качества результатов.

Для обеспечения устойчивости проекта необходимо решить такие задачи:

- 1) обеспечить на предприятии минимально необходимые объемы обеспечивающих ресурсов и запасы, необходимые для ликвидации последствий проявления факторов риска;

- 2) при определении сроков выполнения проектов учесть не только логику и длительности выполнения основных работ, но и процессы организационного управления, ликвидации последствий проявления факторов риска, а также возвраты, связанные с необходимостью повторения ряда работ проекта при возникновении несоответствий получаемых результатов заданным требованиям;

3) определить объемы, источники и динамику финансирования реализации всех вышеперечисленных процессов.

2. Определение резервов и механизмов парирования рисков проектов

При планировании проекта помимо основных процессов (планирования содержания, определения работ, планирования ресурсов, формирования бюджета) осуществляются вспомогательные процессы, в рамках которых выполняется планирование качест-

ва, организационное планирование, планирование поставок, а также идентификация рисков и разработка методов реагирования на них.

Для решения задачи разработки проектов, устойчивых к проявлениям факторов рисков, как аксиома принимается положение, что предприятие может управлять только теми рисками, для ликвидации последствий проявления которых имеется необходимый запас обеспечивающих ресурсов и разработаны механизмы парирования. Управление рисками рассматривается как комплекс мероприятий, образующих единый контур управления (рис. 1).

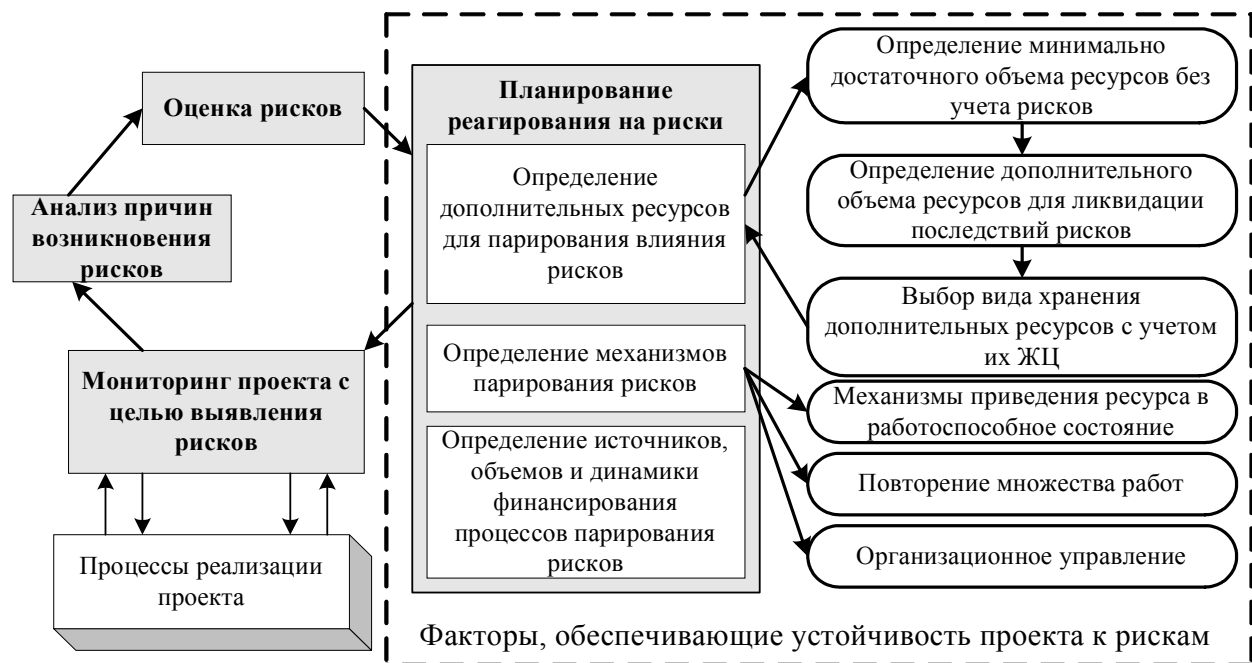


Рис. 1. Контур управления рисками проекта

Ресурсы проекта классифицируются на следующие виды: информационные (методики, технологические процессы); материальные (оборудование, оснастка, инструмент, материалы, комплектующие, энергоносители и т.д.); финансовые (средства заказчика, собственные средства предприятия, заемные средства), кадровые (основные и вспомогательные работники, управленческий персонал). Для каждого из них определяется минимально необходимый объем обеспечивающих ресурсов (V_{\min}) – объем ресурсов, необходимый для выполнения проекта в случае

отсутствия влияния негативных факторов риска. Дополнительные ресурсы ($V_{\text{дон}}$) – ресурсы, необходимые предприятию для снижения вероятности наступления рисков и реализации процессов ликвидации их последствий. Устойчивость проекта как функцию от степени обеспеченности дополнительными ресурсами можно представить в виде

$$U = f\left(\frac{V_{\min} + V_{\text{дон}}^{\text{налич}}}{V_{\min} + V_{\text{дон}}^{\text{макс}}}\right), \quad (1)$$

где $V_{\text{дон}}^{\text{налич}}$ – величина имеющегося на предприятии

объема дополнительных ресурсов; $V_{дон}^{макс}$ – величина необходимого объема дополнительных ресурсов для парирования выявленных факторов риска. Чем ближе данный показатель к единице, тем выше устойчивость проекта. Однако здесь очевиден тот факт, что наличие дополнительного ресурса требует дополнительных финансовых средств и далеко не всегда предприятие может себе позволить замораживать их в виде запасов.

Наиболее универсальным ресурсом являются финансы. Но чем выше универсальность ресурса, тем большее количество процессов необходимо реализовать для приведения его в работоспособное состояние и, следовательно, увеличивается время парирования проявления фактора риска. Поэтому необходимо решить задачу определения состояния хранения ресурса с учетом специфики и динамики проявления факторов риска, а также стоимости приведения ресурса в работоспособное состояние из различных этапов его жизненного цикла (ЖЦ).

Рассмотрим влияние вида хранения ресурса на выполнение проекта на примере дополнительного оборудования. Для него можно определить следующие виды хранения: в виде денежного ресурса, т.е. на счету предприятия зарезервирована сумма на покупку оборудования в случае проявления отказа основного оборудования; хранение оборудования на складе, т.е. оплачена его стоимость и транспортировка до склада; проведены монтажные работы и оборудование хранится как «холодный» резерв; проведена подготовка и подключение оборудования, и оно хранится как «горячий резерв». На рис. 2 эти этапы обозначены $Д, С, М, ГР$ соответственно.

Независимо от состояния ресурса предприятие платит за его хранение. Переход из одного состояния хранения в другой определяется стоимостью самого ресурса и стоимостью работ по транспортировке, монтажу, подключению соответственно. Назовем эти расходы как затраты на приведение ресурса в заданное состояние и обозначим как $З_{этан}^{np}$, где

$этан = \{Д, С, М, ГР\}$. Если все этапы приведения проходят последовательно и ресурс сразу задействован, то стоимость приведения дополнительного ресурса равна сумме всех перечисленных затрат:

$$З_{Д,С,М,ГР}^{np} = З_{Д}^{np} + З_{С}^{np} + З_{М}^{np} + З_{ГР}^{np}. \quad (2)$$

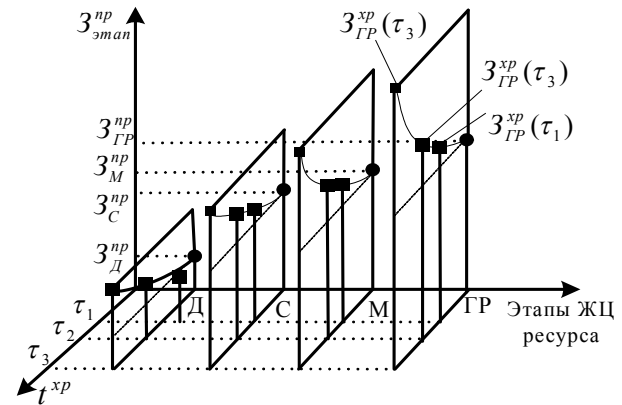


Рис. 2. Зависимость затрат на хранение ресурса от динамики проявления факторов рисков

Если ресурс хранится в каком-либо фиксированном промежуточном виде, то предприятие несет дополнительные затраты на хранение, которые для каждого этапа ЖЦ различны (рис. 2). Поэтому общие затраты на хранение ресурса будут составлять

$$З_{этан}^{xpОбщ} = З_{этан}^{np} + З_{этан}^{xp}(t), \quad (3)$$

где $З_{этан}^{xp}(t)$ – функция роста затрат на хранение дополнительного ресурса на заданном этапе ЖЦ.

Так как время нахождения страхового резерва на этапах хранения – величина вероятностная и зависит от времени проявления фактора риска, то величина возможных затрат прогнозируется в процессе моделирования вероятности отказа основного оборудования. При этом момент срабатывания отказа будем считать временем прекращения хранения ресурса, поэтому стоимость его хранения определяется как

$$З_{этан}^{xpОбщ} = З_{этан}^{np} + З_{этан}^{xp}(\tau_i), \quad (4)$$

где $З_{этан}^{xp}(\tau_i)$ – затраты на хранение ресурса на заданном этапе до времени наступления отказа τ_i .

Стоимость хранения ресурса по этапам ЖЦ возрастает, теряется его универсальность, но благодаря этому снижается время на парирование рисков. По-

этому при выборе вида хранения ресурса следует учитывать величину потерь от задержки выполнения проекта на время, необходимое для приведения ресурса в работоспособное состояние.

Расчет ведется исходя из того, что каждому виду отказа поставлен в соответствие набор действий, которые необходимо реализовать для продолжения работ по проекту и требуемое для этого время известно. Время для приведения ресурса из одного состояния хранения в последующее является также известной величиной. Значит, потери от простоя работ по проекту будут зависеть от времени, необходимого для приведения ресурса в работоспособное состояние, которое определяется этапом жизненного цикла ресурса $U^{простоя} = f(t_{этан}^{прив})$. В свою очередь, для работ, лежащих на критическом пути, задержка выполнения одной из работ ведет к задержке работ по всему проекту, что может повлечь за собой ущерб для предприятия $U^{штраф}(t_{этан}^{прив})$ в виде выплаты штрафов и неустоек за несоблюдение договорных сроков. Поэтому суммарный ущерб по проекту от возможного отказа оборудования, с учетом времени приведения страхового ресурса в работоспособное состояние из текущего этапа хранения, можно выразить в виде:

$$U_{этан}^{Общ} = U^{простоя}(t_{этан}^{прив}) + U^{штраф}(t_{этан}^{прив}). \quad (5)$$

После проведения данных расчетов определяется этап хранения дополнительных ресурсов, для которого суммарные затраты минимальны:

$$Z_{этан}^{хрОбщ} + U_{этан}^{Общ} \rightarrow \min. \quad (6)$$

Однако проводить полный перебор возможных состояний хранения всех ресурсов и нахождение среди них оптимального нерационально вследствие большой размерности задачи. Поэтому предлагается применять модифицированный ABC-метод контроля запаса, который предполагает разбиение ресурсов по степени их важности для проекта, величине стоимости, сложности и скорости доставки. В категорию А входят ценные ресурсы, находящиеся на

критическом пути проекта, или же ресурсы, срок доставки которых превышает запас времени на проведение работ. Для таких материалов и сырья применяется метод оптимального размера заказа (ЕОQ):

$$Q = \sqrt{2 \times S \times O / C}, \quad (7)$$

где Q – оптимальный размер заказа; O – затраты на поставку единицы ресурса; C – затраты на хранение единицы ресурса; S – потребность в ресурсе, равная

$$S = V_{\min} + V_{дон}. \quad (8)$$

При решении вопроса о закупке дополнительно оборудования изначально определяется его важность для проекта. Если работа лежит на критическом пути, то для принятия решения о покупке запасного оборудования оценивается соотношение

$$Z_{этан}^{хрОбщ} < U_{этан}^{Общ}, \quad (9)$$

т.е. оборудование будет закупаться, если общие затраты по проекту без резерва будут больше, чем затраты на его приобретение и хранение.

Для определения оптимального количества запасного оборудования применяется статическая модель управления запасами [5]. При этом задача сводится к определению числа запасного оборудования, чтобы минимизировать ожидаемые убытки.

Пусть P_r – вероятность того, что в течение выполнения работы понадобится r единиц запасного оборудования. Ущерб из-за его отсутствия равен Z .

Для определения возможных убытков необходимо рассмотреть число использованных и число закупленных единиц запасного оборудования. Размер убытка W_{ry} для случая, когда закуплено y , а требуется r единиц, определяется как

$$W_{ry} = \begin{cases} Cy, & \dots & nпу \ r \leq y; \\ Cy + (r - y)Z, & nпу \ r > y. \end{cases} \quad (10)$$

Ожидаемый убыток для случая закупки y единиц запасного оборудования равен

$$\overline{W}_y = \sum_{r=0}^{\infty} W_{ry} P_r. \quad (11)$$

Преобразуем уравнение (11) на основе (10):

$$\overline{W}_y = Cy + Z \sum_{r=y+1}^{\infty} (r - y) P_r. \quad (12)$$

При этом выбирается n , при котором $\overline{W}_y \rightarrow 0$.

В случае, если резервное оборудование можно будет реализовать в случае его неиспользования по цене C^{npod} , то выражение (5) преобразуется так:

$$\begin{cases} W'_{ry} = Cy - (y-r)C^{npod}, & r \leq y; \\ W'_{ry} = Cy + (y-r)Z, & r > y, \end{cases} \quad (13)$$

т.е. при $r \leq y$ убытки могут быть частично скомпенсированы за счет реализации запасного оборудования. Ожидаемый убыток составит

$$\overline{W}'_y = Cy + Z \sum_{r=y+1}^{\infty} (r-y)P_r - C^{npod} \sum_{r=0}^y (y-r)P_r. \quad (14)$$

При этом выбирается такое число запасного оборудования y , при котором $\overline{W}'_y \rightarrow 0$.

В категорию В относятся материальные запасы, которые в меньшей степени важны для проекта. Для них приемлемы те же методики, что и для категории А. В категорию С включаются наиболее потребляемые и малоценные ресурсы. Такой подход к определению вида хранения резерва аналогично применяется для любого типа обеспечивающих ресурсов.

При планировании сроков выполнения работ следует учитывать не только обеспеченность ресурсами, но и сами процессы парирования возможных рисков, которые имеют свою длительность и стоимость. При моделировании выполнения графика работ можно использовать сетевые графики с возвратами. В точках контроля результатов работ осуществляется условный переход на следующую работу, если не выявлены отклонения от плана; иначе осуществляется переход на предыдущие работы через контур мероприятий по парированию рисков. Время повторного выполнения работ станет равным

$$t = \sum_{i=1}^K (t_i + \alpha t_i) + t^{npus}, \quad (15)$$

где t_i – первоначальное время выполнения работ; α – коэффициент изменения длительности работы при повторном исполнении ($0 \leq \alpha \leq 1$); t^{npus} – время на процессы приведения ресурсов в работоспособное состояние, K – количество повторяемых ра-

бот. Затраты на работы рассчитываются исходя из ее новой длительности и стоимости мероприятий по парированию факторов рисков.

Заключение

На основе предложенных моделей предполагается разработка системы моделирования реализации проекта. Ее использование даст возможность исполнителю проекта еще на этапе планирования учесть наиболее вероятные риски, заложить в план ресурсного обеспечения необходимый дополнительный объем ресурсов и предусмотреть в рамках реализации проекта мероприятия, направленные на парирование проявления факторов рисков, тем самым обеспечить устойчивость проекта в условиях меняющегося окружения. По результатам моделирования определяются наиболее вероятные сроки реализации проекта и его стоимость, которые должны быть согласованы с заказчиком.

Литература

1. Mark C. Paulk, Bill Curtis, Mary Beth Chrissis, Charles V. Weber Capability. Maturity Model SM for Software, Version 1.1. – Pittsburgh, Software Engineering Institute, 1996. – 83 p.
2. Управление проектами / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро и др. – М.: Высш. шк., 2001. – 875 с.
3. Балабанов И. Т. Финансовый анализ и планирование хозяйствующего субъекта. – 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.
4. Фадеев В. Моделирование устойчивого развития предприятия. – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://cepkharkov2001.narod.ru/fadeev.htm>.
5. Букан Дж., Кенигсберг Э. Научное управление запасами. – М.: Наука, 1967. – 424 с.

Поступила в редакцию 12.01.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Илюшко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков.