

## УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОЕКТАХ: СОСТОЯНИЕ И ПОДХОДЫ УПРАВЛЕНИЯ

*М.Д. Годлевский, А.А. Поляков*

Национальный технический университет  
«Харьковский Политехнический Институт»  
61002, Харьков, Фрунзе, 21,  
god\_asu@kpi.kharkov.ua, andrew@gentleware.net

Анализируется актуальное состояние в области разработки программных проектов и главных факторов в процессах управления разработкой программных проектов. Одной с проблем является низкий уровень зрелости процессов управления разработкой, наименьшую зрелость имеют процессы управления рисками. Далее высветляются существующие подходы к управлению рисками и рассматриваются на примере применения одного из методов управления, который базируется на аппарате имитационного моделирования.

The paper shortly describes and explains current situation of information systems industry and provides overview of the actual problems in project management process of information systems development. The one of the main problems is low maturity level of management process in software development and in this cause risk management is one of the key parts of management process that give approach to complete projects in time with expected results. The paper is research typical approaches in risk management and take into software projects specific. Also it make an introduction in risk management based on simulation modeling method and shows how its works in real.

### Введение

В условиях изменчивой внешней среды проблемы эффективного управления являются наиболее актуальными для современных организаций. Ключевым фактором успеха становится способность гибко менять методы работы и управления, что требует постоянной постановки и достижения новых уникальных целей, а это является одним из главных факторов подталкивающих организации переходить от традиционных моделей управления к проектному управлению.

Применение проектной модели управления позволяет сориентировать бизнес-процессы и ресурсы организации на достижении поставленных целей, в кратчайшие сроки.

Решение проектных задач управления в условиях неопределенности порождает риски выхода из бюджета и расписания, что ставит под угрозу достижимость целей проекта, поэтому, процессы управления рисками являются наиболее важной составляющей процессов принятия решения и управления проектами, позволяют максимизировать положительные и минимизировать отрицательные последствия наступления рисков событий.

### Анализ процессов управления и актуальности проблемы

Проанализируем состояние отрасли и процессов управления при выполнении проектов в сфере информационных технологий.

Объем экспортного рынка по производству программного обеспечения и предоставления информационных услуг стремительно растет, что, прежде всего, обусловлено приходом на украинский рынок большого числа компаний предоставляющих аутсорсинговые услуги. Так же наблюдается повышение спроса на внутреннем рынке, что обусловлено тенденциями переориентации бизнеса на стратегические задачи, которые требуют использования высокотехнологичных решений для обработки большого количества информации и отсутствием готовых универсальных решений, отвечающих в полной мере потребностям предприятий и не требующих адаптации к местной специфике.

Таким образом, отрасль программного обеспечения в Украине - одна из перспективных областей для исследования и развития.

На основе данных исследования успешности проектов в сфере информационных технологий с 1994 года можно заметить, что в 2004 году 18 % проектов провалились, более половины 53 % – не уложились в заданный бюджет или сроки, и только 29 % были признаны успешными [2]. На основе результатов исследования можно судить о том, что решающую роль в успехе проекта играет уровень квалификации менеджмента в процессе управления проектами.

Одним из показателей квалификации менеджмента является уровень зрелости процессов управления проектами, т.е. степень, до которой тот или иной процесс определен, управляем, измеряем, контролируем и эффективен. Зрелость подразумевает потенциал для роста продуктивности и отражает как полноту производственного процесса организации, так и постоянство, с которым организация применяет этот процесс во всех своих проектах. Производственный процесс достаточно хорошо понимается персоналом зрелой организации, обычно благодаря разработанной документации и проведенному обучению, и этот процесс

постоянно контролируется и улучшается участвующими в нем сотрудниками. Продуктивность зрелого процесса разработки всегда хорошо известна. Зрелый производственный процесс подразумевает возможность постепенного улучшения качества своих результатов и производительности за счет стабильного повышения дисциплины своего выполнения. По мере роста зрелости своего производственного процесса, организация-разработчик формирует производственные процессы с помощью политик, стандартов и организационных структур [3, 4].

С уровнем зрелости очень тесно связаны финансовые показатели деятельности организации, выполняющей проект. Понятие зрелости управления проектами относится к организации в целом. Проведенные для 38 международных компаний и государственных учреждений в четырех различных отраслях исследования показывают, что отрасль информационных систем отличается наименьшим уровнем зрелости, чем другие отрасли, например, инженерно-строительная, область управления рисками проектов характеризуется самой низкой зрелостью процессов [5].

Таким образом, область управления проектами рисками в рамках дисциплины управления проектами является одним из наиболее приоритетных направлений для изучения.

## Управление проектами

Проект - это временное усилие или предприятие, предназначенное для создания уникального продукта либо услуги [6, 7].

Временность означает, что у любого проекта является начало и непременно наступает завершение, когда достигаются поставленные цели, либо возникает понимание, что эти цели не могут быть достигнуты.

Уникальность продуктов или услуг проекта означает, что создаваемые продукты или услуги существенно отличаются от других аналогичных продуктов и услуг и обуславливает необходимость последовательного уточнения их характеристик по мере выполнения проекта. Управление проектами - приложение знаний, опыта, средств, и методов для удовлетворения требований, предъявляемых к проекту, и ожиданий участников проекта. Чтобы удовлетворить эти требования и ожидания необходимо найти оптимальное сочетание между целями, сроками, затратами, качеством и другими характеристиками проекта (рис. 1).

Для проекта характерно наличие одной или нескольких целей. Под целями будем понимать не только конечные результаты проекта, но и выбранные пути достижения этих результатов (например, применяемые в проекте технологии, система управления проектом).

Достижение целей проекта может быть реализовано различными способами. Для сравнения этих способов необходимы критерии успешности достижения поставленных целей. Обычно в число основных критериев исполнения проекта для оценки различных вариантов входят сроки и стоимость достижения результатов. Можно говорить о трех основных ограничениях или “железном треугольнике”:

- содержание проекта;
- время или сроки проекта;
- стоимость [8].

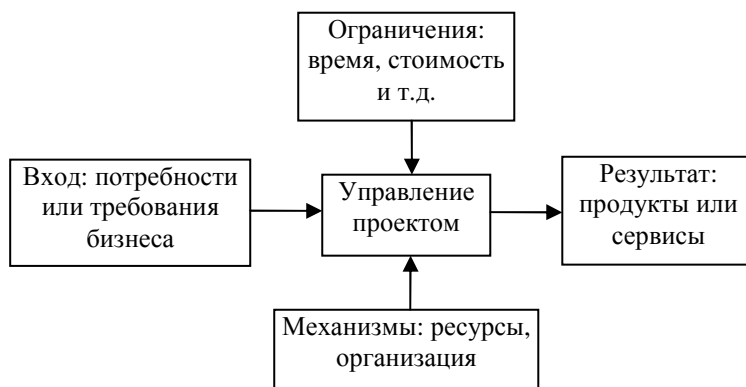


Рис. 1. Процесс управления проектом. Роль ограничений

В приложении к индустрии программного обеспечения обычно добавляют четвертое ограничение – качество (quality). Если быть более точным – приемлемое качество. Под приемлемым качеством подразумевается, уровень качества, который позволяет считать результат достигнутым, может рассматриваться как необходимое, например, заданное требованиями качества и внутрикорпоративными стандартами.

## Управление рисками

Одной из основных задач управления проектами является управление соотношением между временем, стоимостью и достижение заданного содержания [9]. В то же время, любые заданные или определенные

ограничения порождают риски. Управление рисками проекта включает в себя процессы, относящиеся к планированию управления рисками, их идентификации и анализу, реагированию на риски, мониторингу и управлению рисками проекта. Большинство из этих процессов подлежат обновлению в ходе проекта. Цели управления рисками проекта – повышение вероятности возникновения и воздействия благоприятных событий и снижение вероятности возникновения и воздействия, неблагоприятных для проекта событий [4]. Риск проекта – это неопределенное событие или условие, которое в случае возникновения имеет позитивное или негативное воздействие, по меньшей мере, на одну из целей проекта. Риск может быть вызван одной или несколькими причинами и в случае возникновения может оказывать влияние на один или несколько факторов.

Возникновение любого из этих точно не известных заранее событий может повлиять на стоимость проекта, его расписание или выполнение. К условиям возникновения риска могут также относиться аспекты внешней среды организации или проекта, способствующие увеличению риска (например, неудачный выбор методов при управлении проектом, отсутствие общих систем управления, одновременное выполнение нескольких проектов или зависимость от внешних участников проекта, которых невозможно контролировать).

Причина возникновения риска - неопределенность, которая присутствует во всех проектах. Известные риски – это те риски, которые идентифицированы и подвергнуты анализу. В отношении таких рисков можно спланировать ответные действия, но для неизвестных рисков спланировать ответные действия невозможно. В таких случаях разумным решением для команды проекта является выделение общего резерва на непредвиденные обстоятельства, в который будут включены эти неизвестные риски, а также все известные риски, для которых разработка конкретных мер реагирования не представляется экономически эффективной или возможной (рис. 2).

Организации принимают во внимание риски в той степени, в какой они соотносятся с угрозами проекта или с благоприятными возможностями, повышающими вероятность успешного выполнения проекта.

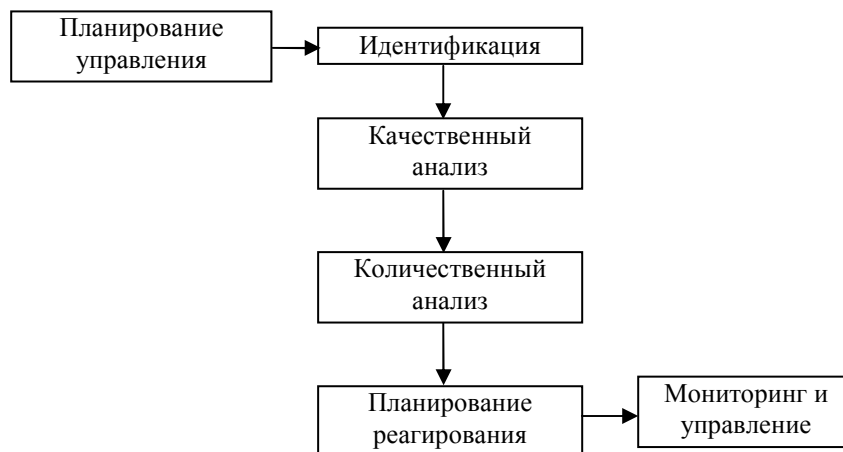


Рис. 2. Общая схема управления рисками

Риски, представляющие собой угрозу для проекта, могут приниматься в том случае, если риск соразмерен выгоде, которую можно получить, приняв этот риск. Например, принятие расписания, которое может быть нарушено, является риском, предпринятым для более раннего окончания проекта. Риски, представляющие собой благоприятные возможности (например, ускорение работ за счет привлечения дополнительного персонала), могут приниматься для наилучшего достижения целей проекта. Отношение к риску со стороны отдельных людей и – в более крупных масштабах – организаций обусловлено их пониманием риска и ответной реакцией на возникновение риска. Там, где это возможно, отношение к риску должно быть выражено в явной форме. Для каждого проекта должен быть разработан последовательный подход к риску, удовлетворяющий требованиям организации, а информация о риске и управлении им должна быть открытой и достоверной. Реагирование на риски отражают то, как организация понимает баланс между принятием риска и уклонением от риска. Для достижения успеха на протяжении всего проекта организация должна предпринимать заранее и последовательно предупредительные меры по управлению рисками. Такой подход можно назвать как активный, т.е. мы стараемся предотвратить или уменьшить последствия рисков. Но, к сожалению, в индустрии информационных технологий, распространен другой подход – реактивный, проблемы решаются по мере их поступления [2], что свидетельствует о не зрелости процессов управления рисками.

## Количественная оценка рисков

Количественный анализ производится в отношении тех рисков, которые в процессе качественного анализа рисков были квалифицированы как потенциально или существенным образом влияющие на конкурентоспособные свойства проекта. Цель анализа - определение вероятностей достижения конкретных целей проекта, идентификация рисков требующих особого внимания, определение реалистичных и достижимых целей по стоимости, расписанию или содержанию проекта с учетом рисков проекта, определение

лучшего решения по управлению проектом, когда некоторые условия остались неопределенными. Данный анализ представляет количественный подход к принятию решений в условиях неопределенности при управлении проектом.

Основными методами сбора и представления данных для количественного оценивания рисков, являются:

1. Опросы используются для количественной оценки вероятности наступления и воздействия рисков на цели проекта. Требуемая информация зависит от используемого типа вероятностного распределения. Например, для некоторых широко используемых моделей распределений надо собрать информацию об оптимистическом, пессимистическом и наиболее вероятном сценарии, а для других моделей – информацию о средних и стандартных отклонениях.

2. Экспертная оценка. Эксперты в этой области, как являющиеся сотрудниками организации, так и привлекаемые со стороны (например, эксперты в области инженерии или статистики), подтверждают правильность данных и методов.

3. Диаграммы рисков - непрерывное распределение вероятностей представляет собой неопределенность значений, например, продолжительность плановых операций и стоимость элементов проекта. Для представления неопределенных событий может использоваться дискретное распределение, например, результаты испытаний или возможный сценарий дерева решений. Наиболее часто для диаграмм рисков используются треугольное распределение и бета-распределение (рис. 3).

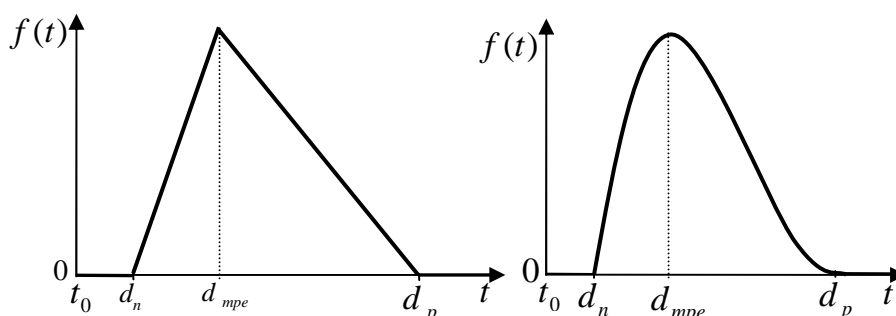


Рис. 3. Примеры диаграмм рисков

$d_n$  - первая дата с ненулевой вероятностью завершения проекта, или дано процентная дата завершения проекта [10];  $d_{mpe}$  - наиболее вероятная дата завершения проекта;  $d_p$  - дата, к которой проект будет завершен, и вероятность того, что он потребует дополнительного времени равна нулю.

Функция относительной вероятности  $f(t)$  обладает следующими свойствами:

$$P_d = \begin{cases} \int_{d_n}^d f(t) dt, & d \in [d_n, d_p] \\ 0, & d \notin [d_n, d_p] \end{cases} \text{ - вероятность завершения проекта к определенной дате } d.$$

$$P_{d_n} = \int_{d_n}^{d_p} p(t) dt = 1, \text{ - вероятность завершения проекта к дате } d_p \text{ равна } 1.$$

Можно заметить, что в целом по отрасли производящей программное обеспечение диапазон допуска  $[d_n, d_p]$  может составлять около 150 – 200 % от интервала времени с начала проекта до  $d_n$  [2, 10]. Таким образом, с помощью диаграммы рисков можем определить дату завершения проекта, для заданной вероятности завершения проекта или наоборот.

## Методы количественной оценки рисков

**1. Метод анализа чувствительности критериев эффективности.** Позволяет определить, какие риски обладают наибольшим потенциальным влиянием на проект. В процессе анализа устанавливается, в какой степени неопределенность каждого элемента проекта отражается на исследуемой цели проекта, если остальные неопределенные элементы принимают базовые значения. Один из типичных способов отображения результатов анализа чувствительности – это диаграмма торнадо, которая полезна при сравнении относительной важности переменных, обладающих высокой степенью неопределенности, с другими, более стабильными переменными. Данный метод - иллюстрация влияния отдельных исходных факторов на конечный результат проекта. Главный недостаток данного метода - предпосылка о том, что изменение одного фактора рассматривается изолированно, тогда как на практике все экономические факторы в той или иной степени коррелированы. Поэтому применение данного метода на практике как самостоятельного инструмента анализа риска весьма ограничено [8, 11].

**2. Анализ ожидаемой денежной стоимости.** Это понятие, с помощью которого рассчитывается средний результат для случаев, когда будущее включает в себя сценарии, которые нельзя с уверенностью предсказать, (т.е. анализ в условиях неопределенности). Обычно ОДС благоприятных возможностей выражается в положительных величинах, а риски – в отрицательных величинах. Расчет ОДС производится путем умножения значения каждого возможного результата на вероятность его появления, а затем полученные значения суммируются. Чаще всего такой тип анализа используется в анализе дерева решений. Для анализа рисков стоимости и расписания рекомендуется применять моделирование, так как этот метод более эффективен и менее подвержен вероятности неправильного применения, чем анализ ожидаемой денежной стоимости.

**3. Анализ дерева решений.** Обычно структура анализа дерева решений строится на основе диаграммы дерева решений, которая описывает рассматриваемую ситуацию с учетом каждой из имеющихся возможностей выбора и возможного сценария. Она объединяет стоимость каждой возможности выбора, вероятность возникновения каждого возможного сценария, а также вознаграждения за каждый альтернативный логический путь. Построение дерева решений дает возможность провести анализ ОДС (или иные мероприятия, представляющие интерес для организации) по каждой альтернативе при условии, что все вознаграждения и соответствующие решения уже имеют количественное выражение. Метод особенно полезен в ситуациях, когда решения, принимаемые в каждый момент времени, сильно зависят от решений, принятых ранее, и в свою очередь определяют сценарии дальнейшего развития событий. Ограничением практического использования данного метода является исходная предпосылка о том, что проект должен иметь обозримое или разумное число вариантов развития.

**4. Имитационное моделирование.** Для моделирования проекта используется модель для определения последствий от воздействия подробно описанных неопределенностей на результаты проекта в целом. Моделирование обычно проводится с помощью метода Монте-Карло. При моделировании модель проекта рассчитывается итеративно, при этом исходными данными являются функции распределения вероятности (например, стоимость элементов проекта или продолжительность плановых операций), выбранной для каждой итерации из распределения вероятности каждой переменной. И результатом является распределение вероятностей для общей стоимости или даты завершения проекта. Наиболее универсальный метод для количественной оценки рисков - метод имитационного моделирования.

## Количественная оценка рисков на основе ИМ

Задачу определения длительности проекта можно разделить на две задачи – задача планирования проекта (определения объема проекта, планирования работ и ресурсов) и задача количественной оценки дополнительного резерва времени необходимого для предотвращения последствия наступления рисков событий.

Будем рассматривать только задачу учета неопределенностей – задачу управления рисками, которую можно сформулировать следующим образом: пусть для проекта характерно наличие  $n$  важных рисков  $r_i$ , для каждого из рисков задана функция  $f_i(t)$ ,  $i = \overline{1, n}$ , характеризующая относительную вероятность возможности завершения проекта к определенной дате. Требуется определить функцию относительной вероятности  $f'(t)$ , которая отражала бы суммарный эффект влияния рисков на дату завершения проекта.

На основании методик [4, 8, 9, 10] управления рисками можем построить общую схему алгоритма для определения длительности проекта (рис. 4).

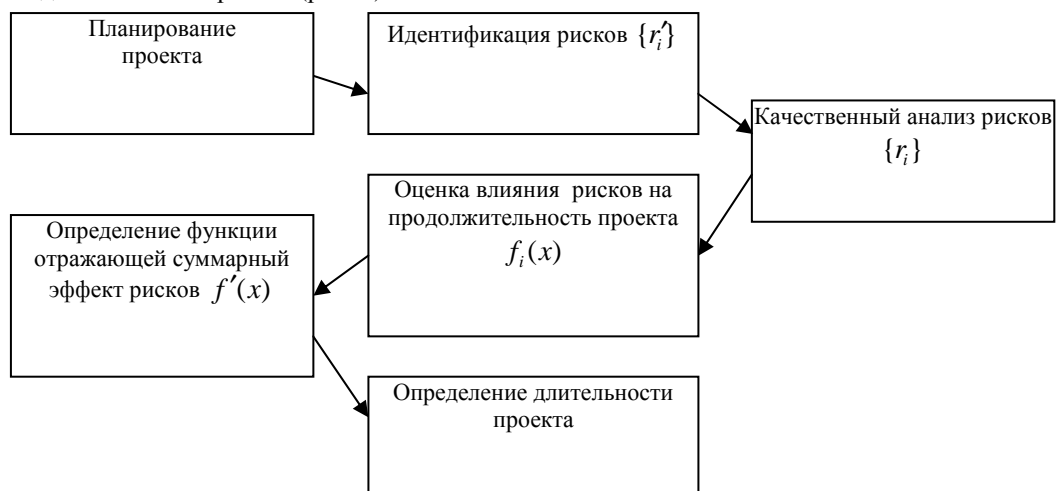


Рис. 4. Схема алгоритма определение длительности проекта

Считаем, что сделана первоначальная оценка длительности проекта на основе одного из методов планирования и оценки объема проекта (PERT, СОСОМО и т.д.) [4, 8, 9], нам требуется определить скорректированную длительность проекта с учетом суммарного эффекта реализации рисков событий. Основываясь на основных положениях метода Монте-Карло, сформулируем алгоритм следующим образом:

задать функции относительной вероятности  $f_i(x)$  для каждого из важных рисков  $r_i$ , исходя из предположения, что перечень важных рисков получен на основе одного из методов качественного анализа рисков [8, 10, 12];

задать точность оценивания продолжительности проекта  $\varepsilon$  и определить количества итераций  $N$ . Величина  $N$  может быть оценена исходя из соотношения  $\varepsilon = \frac{3\sigma}{\sqrt{N}}$ , где  $\sigma$  - стандартное отклонение случайной величины [13];

определить для каждой  $j$ -й реализаций случайных величин  $\{r_i^j\}$ ,  $j = \overline{1, N}$  относительных вероятностей (равномерно распределенных на интервале  $[0,1]$ ) для каждого из важных рисков  $r_i$  - время задержки для проекта  $\{d_i^j\}$ ,  $j = \overline{1, N}$ ; этот шаг повторяется  $N$  раз, найденные значения сохраняются;

определить значения суммарных функций временных задержек  $d_\Sigma^j = \sum_{i=1}^M d_i^j$ ;

на основании значений  $d_\Sigma^j$  можем построить гистограмму для функции  $f'(x)$ , которая позволит определить дату завершения проекта с заданной относительной вероятностью.

### Оценка влияния рисков для средне статистического проекта

Рассмотрим применения данного алгоритма для оценки времени окончания проекта, параметрами которого будут являться средне статистические данные по отрасли разработки программного обеспечения.

1. Пусть длительность проекта, составляет один год (с 01.12.2005 по 01.12.2006), что характерно для небольших проектов; перечень типичных важных рисков для проектов по разработке программного обеспечения получим на основе статистических данных об успешности проектах и основных причинах их выхода их расписания или бюджета по отрасли разработки программного обеспечения, можем выделить следующие основные риски характерные для проектов по разработке программного обеспечения [2, 10]:

- внутренние изъяны календарного планирования;
- текучесть кадров;
- изменение требований;
- нарушение спецификаций;
- низкая производительность.

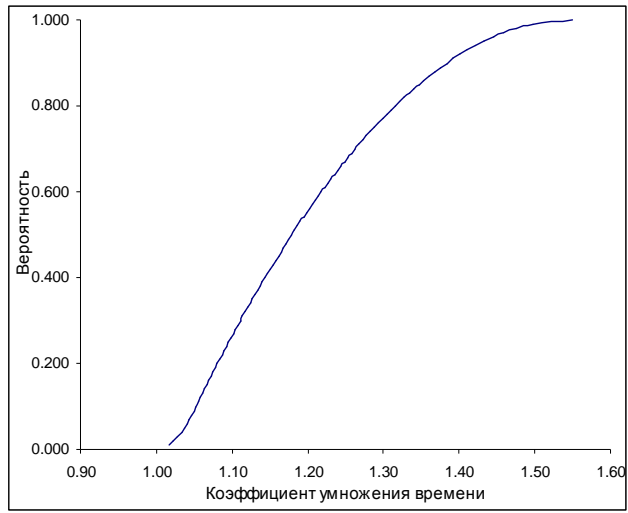
Можно заметить, что только последний из рисков непосредственно связан с исполнителем. Таким образом, принятие разумных мер в отношении неконтролируемых событий – суть управления риском. Такие меры не освобождают от возможности неудачи; но создают резерв времени на случай, если некоторые из контролируемых событий возникнут в ходе проекта.

Оценки функций относительной вероятности для каждого из проекта можем также получить на основе статистических данных для небольших проектов [2, 10].

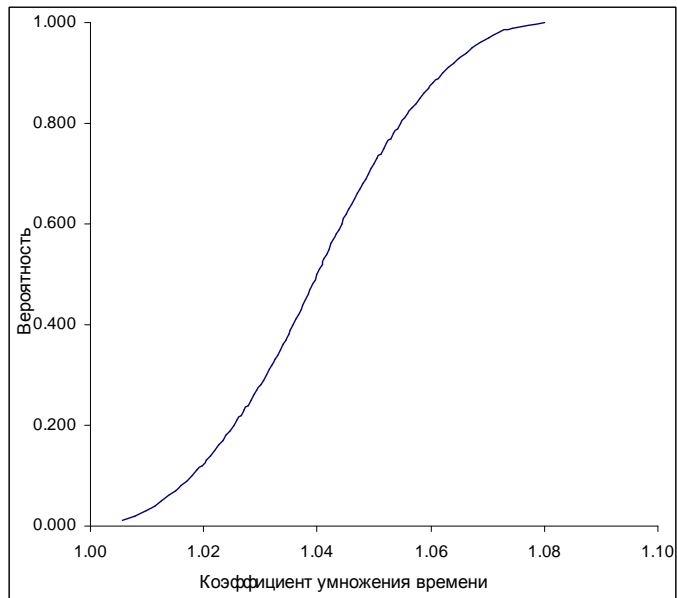
Таблица 1

Наименование риска	Значение риска, %		
	Минимальное	Наиболее вероятное	Максимальное
Календарное планирование	0	5	55
Текучесть кадров	0	4	8
Изменение требований	0	5	16
Нарушение спецификаций	0	15	62
Низкая производительность	-15	0	15

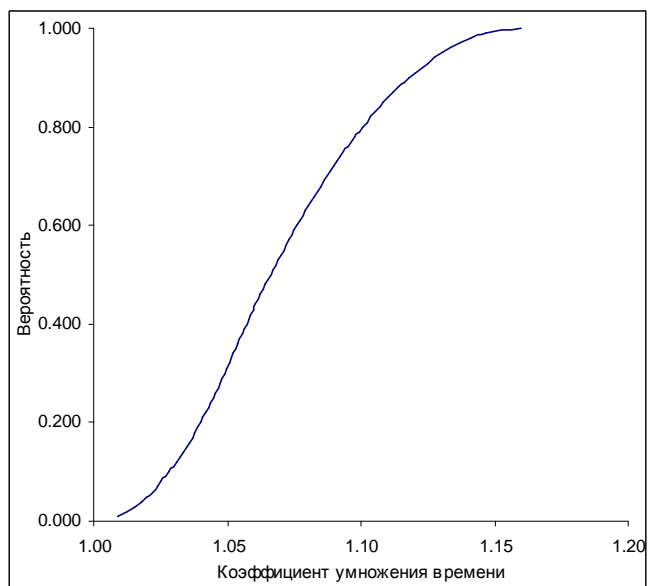
Предположим, что риски имеют треугольное распределение, в этом случае можем построить диаграммы рисков рис. 5.



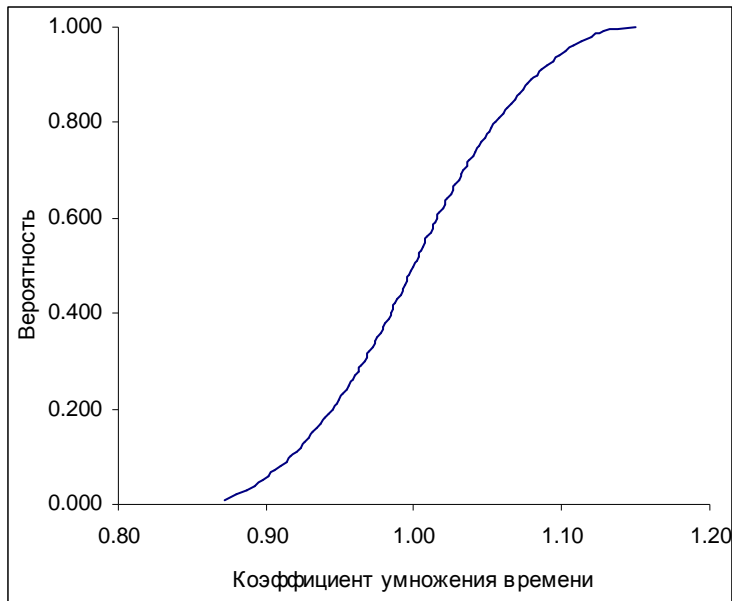
а



б



в



Г

2. Сделаем оценку необходимого количества итераций. На основании данных для рисков из таблицы 1 определим стандартное отклонение  $\sigma = 8.38$  недель. Точность  $\varepsilon$  выберем 2 % от длительности проекта, т.е. количество итераций определим с точностью около одной недели:

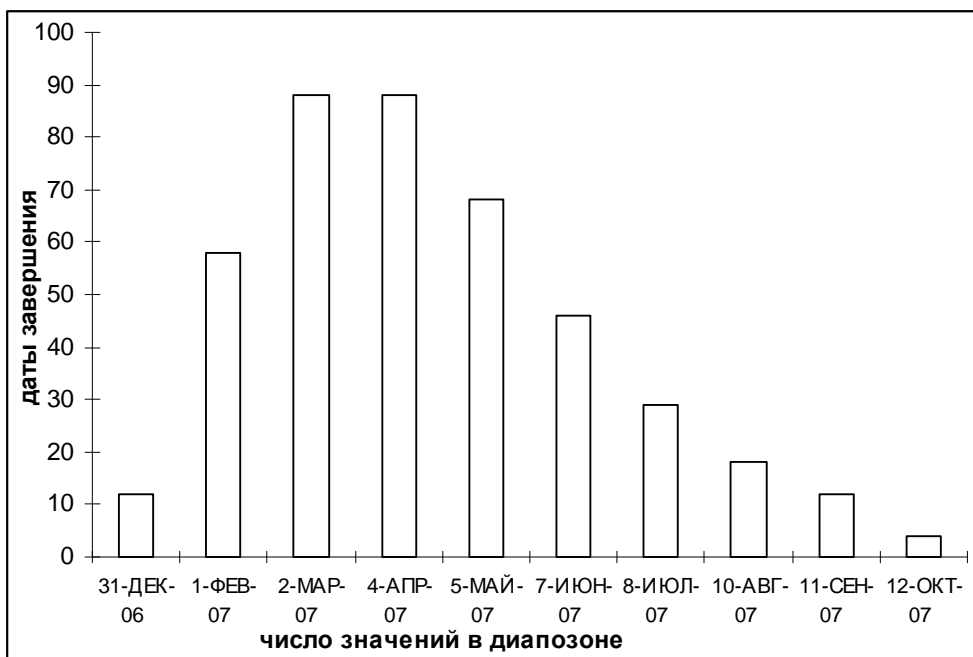
$$N = \left( \frac{3\sigma}{\varepsilon} \right)^2 = 337.$$

Моделирование с количеством итераций больше, чем вышеопределенная величина, даст результат с точностью более 2 %. Проведем моделирование для 500 итераций.

3. В качестве средства для моделирования будем использовать продукт Microsoft Excel [14], с помощью функции для генерации случайных чисел получаем вероятность реализации рисков  $\{r_i^j\}, j = \overline{1, N}$ .

4. Исходя из предположения о том, что исходные функции заданы треугольным распределением, получаем величины  $d_{\Sigma}^j$ .

5. Разобьем интервал значений  $d_{\Sigma}^j$  на 10 подинтервалов и построим гистограмму для диаграммы рисков отражающий суммарный эффект реализации рисков  $f'(x)$ . Аппроксимируя гистограмму гладкой кривой, получаем диаграмму риска для функции  $f'(x)$  (рис. 5, д).



д



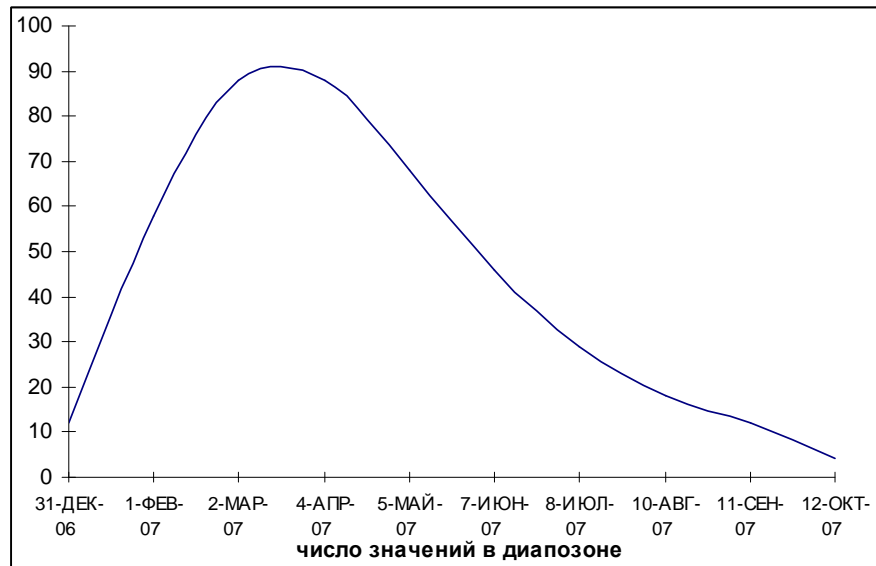


Рис. 5. а - диаграмма риска изъятия календарного планирования; б - диаграмма риска текучести кадров; в - диаграмма риска раздувания требований; г - диаграмма риска снижения производительности; д - гистограмма суммарной диаграммы рисков; е - диаграмма суммарных рисков

На основании результатов проведенного имитационного эксперимента можно заметить, что средние статистический проект по разработке программного обеспечения в ходе управления которым, не уделялось достаточного внимания по вопросам управления рисками с вероятностью 50 % завершить с 30 % перерасходом бюджета времени (табл. 2).

Таблица 2

Наименование величины	Оценки риска		
	Минимальное	Наиболее вероятное	Максимальное
Продолжительность(месяцев)	11,92	16	22,38
Задержка проекта %	-1	33	187

Вероятность завершения проекта в срок составит не более 5 %. Такой результат свидетельствует, о том, что учет неопределенностей, рисков, при управлении проектами - одна из важных задач в дисциплине управления высокотехнологичными проектами. Более подробно результаты моделирования и исходные данные представлены в [15].

1. URL: <http://www.podrobnosti.com.ua/economy/2004/04/22/115851.html>
2. CHAOS Research Results, 2004 Third Quarter Research Report. The Standish Group International, Inc., 2004.
3. Capability Maturity Model Integration, Version 1.1. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing (CMMI-SE/SW/PPD/SS, V1.1). Software Engineering Institute (SEI), Carnegie Mellon University (CMU), 2002, URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>
4. Рассел Д. Арчибальд, Управление высоко-технологичными программами и проектами. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. John Wiley & Sons, Inc. (ISBN 0-471-26557-8) 1976 – Russel D. Archibald, 2003; перевод и издание на русском языке: АйТи (ISBN 5-98453-002-3) - ДМК Пресс (ISBN 5-94074-214-9) 2004.
5. William Ibbs C., Hoon Kwak Young, Assessing project management maturity, Dept. of Civil & Environmental Engineering, University of California; Dept. of Construction Management, Florida International University, <http://pmoffice.ru> 2003
6. Project Management Institute (PMI), URL : <http://pmi.org>
7. Project Management Manual, Harvard Business School Publishing, Boston, MA 02163, 1996.
8. Руководство к Своду знаний по управлению проектами. (Руководство PMBOK®). Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004. 3-е изд., изд. на русс. языке. Project Management Institute, Inc., 2004. <http://www.pmi.org/>
9. Грей Клиффорд Ф., Ларсон Эрик У., Управление проектами. Практическое руководство, Дело и Сервис (ДИС), 2002. - 528 с.
10. ДеМарко Т., Листер Т. Вальсируя с медведями: управление рисками в проектах по разработке программного обеспечения, Компания p.m. Office. М.: 2005. – 190 с.
11. Дмитриев М. Н., Кошечкин С.А. Количественный анализ риска инвестиционных проектов. URL:[http://www.cfin.ru/finanalysis/quant\\_risk.shtml](http://www.cfin.ru/finanalysis/quant_risk.shtml)
12. Marvin J. Carr, Suresh L. Konda. Taxonomy-Based Risk Identification, Technical Report. CMU/SEI-93-TR-6. Carnegie Mellon University, 1993. – 90 p.
13. Лоу А., Кельтон В. Имитационное моделирование, Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.
14. Microsoft Office Home Page, URL: <http://office.microsoft.com/>
15. Дополнительные файлы к статье, URL: <http://tri-a.com.ua/andrew/risk/>