УДК 65.011.56
ББК 60.843

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Зеленков Ю. А.[1]
(*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва*)

Количественная оценка эффективности и рисков внедрения информационных систем (ИС) является важнейшим условием начала работ. В данной работе для анализа используется метод Монте-Карло, в качестве критерия эффективности выбрана чистая текущая стоимость денежных потоков проекта. Рассмотрены внешние факторы, влияющие на эффективность, даны рекомендации по определению их вероятностных характеристик, разработана модель оценки проекта. Предложен способ определения положительного денежного потока, возникающего за счет сокращения времени работ, на автоматизацию которых направлена внедряемая ИС. Учтено влияние на эффективность отклонений от календарного плана. Приводится практический пример количественного анализа проекта по внедрению ИС управления корпоративными знаниями.

Ключевые слова: эффективность ИТ, анализ рисков, обоснование проекта, управление знаниями.

---

[1] *Юрий Александрович Зеленков*, *доктор технических наук*, *заведующий кафедрой прикладной информатики* (*yuri.zelenkov@gmail.com*).

1. Введение

Численная оценка ожидаемых результатов является важнейшим фактором принятия решения о целесообразности запуска проектов любого рода. В частности, пятое издание «Руководства к своду знаний по управлению проектами» [10] рекомендует проводить количественное исследование совместного воздействия на цели проекта тех рисков, которые в процессе качественного анализа были классифицированы как существенные. На практике эти рекомендации осуществляются достаточно редко, обычно все ограничивается качественной (и весьма субъективной) оценкой силы воздействия и вероятности возникновения рисков при запуске проекта. Формально это позволяет утверждать, что требования риск-менеджмента выполняются, но на самом деле идентификация рисков и, тем более, управление ими остается за рамками внимания руководителя проекта.

Данная ситуация является объективным следствием высокого уровня неопределенности условий, в которых обычно выполняется проект. По определению [10], проект — это временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата. Вследствие уникальности каждого проекта идентификация всех рисков, особенно на ранней стадии, невозможна, риски, как правило, возникают и выявляются в процессе реализации. При этом часто невозможно получить объективную количественную оценку даже идентифицированных рисков. Субъективная оценка риска двумерна: одна переменная оценивает непредсказуемость угроз, другая – их неконтролируемость [11]. Люди склонны переоценивать риски, которые не могут контролировать, именно поэтому руководители проектов очень часто указывают в качестве основного риска недостаток ресурсов, хотя это является не риском, а одним из условий начала проекта. Таким образом, можно сказать, что риск является функцией уникальности проекта и опыта проектной команды [22].

Цель данной работы – предложить методологию количественного анализа рисков применительно к проектам по внедрению информационных систем (ИС). Для этого во втором разделе

рассмотрены вопросы, связанные с определением понятий «риск» и «неопределенность». В третьем разделе обосновывается использование чистой текущей стоимости (Net Present Value - NPV) в качестве меры эффективности и представлена модель денежных потоков проекта по внедрению ИС. В четвертом разделе обсуждается один из возможных способов определения положительного денежного потока, возникающего за счет сокращения времени работ, на автоматизацию которых направлена внедряемая ИС. В пятом разделе рассмотрены вопросы учета отклонений от календарного плана проекта. В шестом – приводится практический пример количественного анализа рисков.

2. Риск и неопределенность

Наиболее ранние определения понятий «риск» и «неопределенность» были даны Ф. Найтом в начале XX века [20] в исследованиях, посвященных управлению финансами. Он определил «риск» как ситуацию, в которой известны как возможные исходы, так и распределение их вероятностей, а «неопределенность» как состояние, в котором возможные исходы поддаются описанию, но распределения их вероятностей неизвестны. Таким образом, в интерпретации Ф.Найта различие между риском и неопределенностью сводятся лишь к объему доступной информации об анализируемой ситуации, неопределенность связана с нашими несовершенными возможностями получать информацию о независимых событиях, сочетание которых и формирует случайность. На основании этих положений во многих областях человеческой деятельности были разработаны методы управления рисками, сочетающие статистические и вероятностные подходы: в случае недостатка фактических данных, они дополняются априорными предположениями о параметрах распределения вероятностей возможных исходов [3]. При этом делаются два основных допущения: чаще всего полагается, что все факторы подчиняются гауссовскому закону, и постулируется рациональность (пусть и ограниченная) поведения заинтересованных сторон и постоянность их предпочтений.

Однако в течение XX века были накоплены данные, свидетельствующие, что данные допущения не всегда справедливы [7]. В частности, был обнаружен эффект непропорционального влияния экстремальных событий на эффективность инвестиций: 10 лучших дней рыночных торгов в США с 1927 по 2006 годы обеспечили 64% роста общей доходности за эти 80 лет [17]. Данные факты вызвали большой интерес к распределениям с «толстыми» хвостами, допускающими более частое появление экстремальных событий, чем нормальное распределение. Кроме того, исследования А. Тверски и Д. Каннемана [6] и Дж. Акерлофа [1] серьезно подорвали уверенность в рациональности поведения, как отдельных людей, так и их групп. Аналогичные факты были зафиксированы не только в финансовом менеджменте, но и в других областях человеческой деятельности. Исследования в области нелинейной динамики показали, что случайность возникает не в результате сложности системы, а в силу ее чувствительности к начальным условиям, поэтому наша возможность прогнозировать принципиально ограничена [11].

В то же время была разработана теория полезности и методы оценки субъективного отношения к риску лица, принимающего решения. Согласно этим подходам различия между риском и неопределенностью заключаются в субъективном отношении к реализации того или иного исхода: неопределенность связана с неоднозначностью исхода, а риск – с отношением к неблагоприятным исходам [13]. Субъективно риск оценивается с помощью двух мер: вероятности наступления неблагоприятного события и объемов этого события (потери, ущерб, убытки) [11]. Это означает, например, что риск будет считаться малым в двух случаях: если его вероятность велика, но ущерб мал, или ущерб велик, но вероятность его мала.

Тем не менее, практикующие менеджеры и консультанты существующую практику количественного риск-менеджмента оценивают в целом весьма негативно. Во многих публикациях отмечается, что, несмотря на наличие простых и в то же время мощных методов моделирования, таких как метод Монте-Карло, в большинстве случаев используется лишь качественный анализ, не дающий полной оценки прогнозируемой ситуации. С одной стороны это связано с использованием точечных оценок

прогнозируемых переменных вместо интервальных [24], с другой – с трудностью получения интервальных или других оценок распределений [18].

Сравнительный анализ способов оценки последствий риска дан в [15], где отмечено, что наиболее универсальным методом является имитационное моделирование, которое не ограничено ни типом распределения исследуемых событий (дискретное / непрерывное), ни видом связи между ними (зависимые / независимые), ни их порядком (последовательные / конкурентные). Поэтому для количественного исследования параметров проекта будем использовать метод Монте-Карло. Данный метод основан на многократном вычислении математической модели, связывающей независимые переменные и зависимые, которые описывают характеристики исследуемого объекта. Значения независимых переменных при повторяющихся вычислениях выбираются случайным образом в соответствии с их вероятностными характеристиками, это дает возможность оценить распределение зависимых переменных.

Ключевым вопросом при этом является определение вероятностных характеристик независимых переменных (т.е. вероятностей наступления событий), необходимых для количественного анализа. Рекомендации по оптимальному выбору вида распределения и определению его параметров даны в [15], методики преобразования качественных оценок в количественные для аэрокосмической отрасли в [21], аналогичные методики для отрасли информационных технологий в [23].

Д. Хаббард [12] для задания случайной величины x, имеющей нормальное распределение, предлагает использовать экспертную оценку доверительного интервала, в котором с вероятностью 0,9 находится ее среднее значение. В его книгах [12,18] описана методика «калибрования» экспертов, повышающая надежность их интервальных оценок, приводятся практические рекомендации по ее использованию. Обозначим x_L и x_U экспертные оценки нижней и верхней границы 90-процентного доверительного интервала случайной величины. При этом очевидно, что оценки ее среднего значения μ_x и стандартного отклонения σ_x могут быть получены как $\mu_x = (x_U + x_L)/2$ и $\sigma_x = (x_U - x_L)/3{,}29$. В дальнейшем будем обозначать такой

способ задания функции распределения $F(x)$ случайной величины x, определяющей вероятность того, что x примет значение меньшее или равное произвольному действительному числу α (т. е. $F(x) = p(x \leq \alpha)$), как

$$F(x) = \mathbb{N}_{CI}(x_L, x_U) = \mathbb{N}(\mu_x, \sigma_x).$$

Таким образом, задачу оценки проекта можно свести к построению математической модели, связывающей показатели его эффективности с независимыми переменными, которые в силу своей нестационарной природы оказывают влияние на итоговый результат. Многократные вычисления этой модели позволяют получить оценки распределения эффективности и вероятность появления отрицательного результата, т.е. риск.

При моделировании методом Монте-Карло используются обратные функции распределения. Функцией $F^{-1}(u)$, обратной к функции распределения $F(x)$, называется такая функция, значение которой в произвольной точке u интервала (0,1) определяется как значение x, удовлетворяющее уравнению $F(x) = u$. Для неубывающей функции распределения

$$(1) \qquad F^{-1}(u) = \inf\{x | F(x) \geq u\}, \quad 0 < u < 1$$

где u - непрерывная случайная величина, равномерно распределенная на интервале (0,1).

3. Оценка эффективности проекта

Различные модели и методы оценки эффективности проектов рассмотрены в [8], где эффективность рассматривается как соответствие результатов проекта целям и интересам его участников. Поэтому, строго говоря, оценка проекта должна проводиться в соответствии с системой критериев, учитывающей мнения различных участников организации, представления которых о ценности тех или иных результатов могут различаться. Поскольку эти субъекты участвуют в формировании системы

критериев и заинтересованы в получаемом результате, может возникнуть проблема манипулирования информацией, которая разрешается в рамках теории экономических механизмов [19] и теории управления организационными системами [9].

Поэтому в качестве наиболее общего критерия эффективности проекта целесообразно выбрать показатель, связывающий его результаты с наиболее общими целями организации. Для коммерческих организаций (фирм), такой наиболее общей целью является получение прибыли, тогда объективным критерием эффективности проекта является чистая текущая стоимость денежных потоков, создаваемых в процессе его выполнения.

$$NPV = \sum_{i=1}^{n} \frac{CF_i}{(1+R)^i}$$

где CF_i – денежный поток в i – ом периоде, R – ставка дисконтирования. Подробное рассмотрение этого критерия и его связей с другими финансовыми показателями, а также обоснование его универсальности дано, например, в [2]. В [16] отмечено, что ИТ проекты помимо улучшения финансовых показателей приносят также нефинансовые выгоды. Однако в [5] показано, что при правильной организации стратегического управления корпоративными ИТ, все проекты влияют на общую производительность фирмы, которая выражается в конечном счете через финансовый результат. Вопрос определения значения ставки дисконтирования, которое зависит от стоимости капитала фирмы, рассмотрен в [2]. Отметим, однако, что для простоты можно рассматривать этот показатель как ставку, по которой может быть осуществлено альтернативное размещение капитала, в таком случае его можно положить равным, например, ставке по банковским депозитам.

Для вычисления NPV необходимо рассмотреть денежные потоки, возникающие в процессе выполнения проекта (рис. 1). Проект выполняется в k этапов, длительность каждого из них в месяцах задается величиной $t_j,\ j = 1, \dots, k$. Тогда общая планируемая продолжительность проекта $n = \sum_{j=1}^{k} t_j$ месяцев.

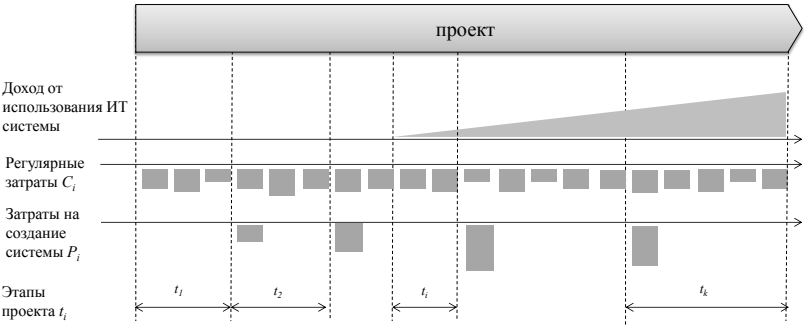


Рис. 1. Денежные потоки проекта

На эффективность проекта влияют следующие денежные потоки:

- Регулярные затраты проекта C_i, $i = 1, \dots, n$. Это ежемесячные затраты на оплату рабочего времени членов проектной группы с учетом всех начислений, их командировок, обучения, проведения семинаров и т.д. Это отрицательные денежные потоки, которые можно оценить с помощью задания доверительного интервала $C_i = \mathbb{N}_{CI}(C_L, C_U)$.
- Затраты P_i на создание системы, т.е. на приобретение лицензий программного обеспечения и вычислительной техники, которые могут производиться несколько раз в течение проекта. Эти отрицательные денежные потоки можно оценить через количество пользователей $P_i = V_i * K_i * u_i$, где V_i – количество пользователей, для которых приобретается программное обеспечение и оборудование в *i*-том месяце; K_i – курс доллара к рублю (рублей за доллар); u_i – затраты на одного пользователя. Отметим, что на этапе оценки проекта точные значения переменных K_i и u_i неизвестны, поэтому для них также можно определить доверительные интервалы $K_i = \mathbb{N}_{CI}(K_L, K_U)$ и $u_i = \mathbb{N}_{CI}(u_L, u_U)$. Если величина V_i также неизвестна, она задается аналогичным образом,

- Доходы от использования информационной системы W_i. Более подробно задача определения этой переменной будет рассмотрена в следующем разделе.
- Увеличение времени выполнения t_j этапов проекта, что приводит, во-первых, к сдвигу срока начала промышленной эксплуатации системы, во-вторых, к увеличению регулярных затрат проекта. Более подробно влияние этого фактора будет рассмотрено в разделе 5.
- Среднемесячная ставка дисконтирования. Очевидно, что эта величина также не может быть точно предсказана заранее, поэтому ее тоже предлагается определить через задание доверительного интервала $R = \mathbb{N}_{CI}(R_L, R_U)$. Для упрощения полагаем, что значение ставки дисконтирования не изменяется в течение всего проекта.

Таким образом, ежемесячный денежный поток равняется сумме трех слагаемых – регулярные затраты проекта, затраты на информационную систему и доход от использования информационной системы:

$$CF_i = C_i + P_i + W_i$$

Отметим, что денежные потоки C_i и P_i являются отрицательными, денежные потоки W_i – положительные.

4. Определение эффекта от использования информационной системы.

Возможны различные сценарии определения эффекта от использования информационной системы. Рассматриваемый здесь вариант построен на следующих предположениях. Внедряемая система предназначена для ускорения выполнения неких работ различной продолжительности, т.е. за счет использования ИС время выполнения этих работ будет сокращаться. Согласно графику проекта система вводится в эксплуатацию постепенно, охватывая все большее количество пользователей, в течение нескольких этапов. По окончании проекта, предполагается, что с помощью системы ежемесячно будет выполняться n_{max} работ.

Интервальная оценка величины n_{max} может быть задана как $n_{max} = \mathbb{N}_{CI}(n_L, n_U)$ на основании анализа существующих потоков работ. Зависимость числа работ, выполняемых в i–тый месяц проекта с помощью ИС, от номера месяца предполагается линейной, т.е.

$$n_i = \frac{i - \sum_{j=1}^{l-1} t_j}{\sum_{j=l}^{n} t_j} n_{max}, \qquad i = l, l+1, \dots, n$$

где l – номер месяца, с которого начинается использование системы.

Известно текущее распределение среднемесячного объема работ по длительности, пример такого распределения представлен рядом «as is» (заштрихованные столбцы) на рис. 2.

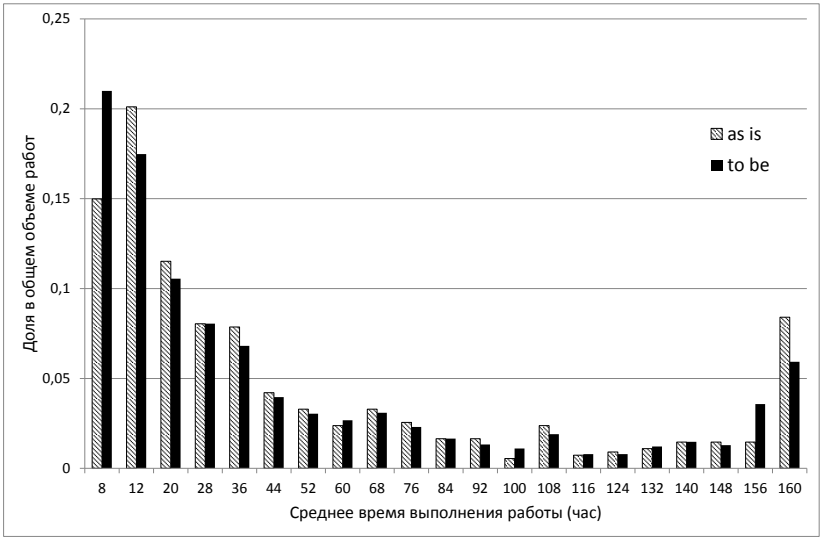


Рис. 2 Распределение ежемесячного объема работ по времени выполнения

Обозначим J_{max} вектор вероятностей появления работ различной продолжительности в месячном объеме работ. Элементы этого вектора должны быть упорядочены по возрастанию дли-

тельностей соответствующих работ, общее число элементов – l. В результате ввода в эксплуатацию ИС это распределение вероятностей будет меняться, вероятность появления работ меньшей продолжительности будет увеличиваться, а большей – сокращаться, именно в этом и заключается эффект от внедряемой системы. Пусть начальное распределение работ J_i^0 в i –том месяце равно распределению J_{max}; j –ый элемент этого вектора J_{ij}^0 определяет вероятность появления работы продолжительностью τ_j. Тогда функция распределения случайной величины τ:

$$F(\tau_k) = \sum_{j=1}^{k} J_{ij}^0.$$

Обратная функция $F^{-1}(\alpha_k)$ должна вернуть среднее значение времени выполнения работы τ_k, соответствующее заданной вероятности α_k. Согласно выражению (1), обратная функция возвращает время работы, значение функции вероятности для которой равно или больше α_k, т.е.:

$$F^{-1}(\alpha_k) = \tau_k \left| \left(\alpha_k > \sum_{j=1}^{k-1} J_{ij}^0 \right) \wedge \left(\alpha_k < \sum_{j=1}^{k+1} J_{ij}^0 \right) \wedge \left(\alpha_k \leq \sum_{j=1}^{k} J_{ij}^0 \right) \right.$$

Пусть за счет внедрения системы время выполнения части работ сократится на m часов. Эта часть от общего числа работ оценивается через коэффициент сокращения времени $p_w = \mathbb{N}_{CI}(p_L, p_U)$. Обозначим новое распределение работ как $J_i = \mathbb{J}(J_i^0, p_w, m)$. В случае, когда m равно разности между средними временами выполнения работ, т.е. $m = \Delta\tau = \tau_{i+1} - \tau_i$ новое распределение может быть получено с помощью формул:

$$J_{i1} = J_{i1}^0 + p_w J_{i2}^0$$

$$J_{ij} = (1 - p_w) J_{ij}^0 + p_w J_{ij+1}^0, \quad j = 2,3, \dots l - 1$$

$$J_{il} = (1 - p_w) J_{il}^0$$

В качестве примера на рис. 2 рядом «to be» (черные столбцы) представлено распределение работ $J_i = \mathbb{J}(J_{max}, p_w = 0{,}3, m = 8)$. Обратная функция распределения J_i также определяется выражением для $F^{-1}(\alpha_k)$, приведенным выше.

Таким образом, зная n_i - количество работ, выполняемых в месяц с помощью информационной системы, и величину коэффициента сокращения времени можно рассчитать доход от использования системы. Этот доход зависит от сокращения затрат времени на выполнение месячного объема работ, поэтому:

$$\Delta t_i = \sum_{j=1}^{n_i} \left[F_0^{-1}(\alpha_j) - F^{-1}(\alpha_j) \right]$$

$$W_i = \Delta t_i \cdot c_i$$

где α_j – случайное число, равномерно распределенное в интервале (0,1); $F_0^{-1}(\alpha_j)$ – обратная функция, соответствующая распределению J_i^0; $F^{-1}(\alpha_j)$ – обратная функция, соответствующая распределению J_i; c_i – стоимость часа работ, задаваемая распределением $F(c_i) = \mathbb{N}_{CI}(c_L, c_U)$.

Отметим, что при $n_i = n_{max}$ полученная формула дает сокращение затрат на выполнение работ после завершения проекта.

5. Влияние задержек в выполнении проекта

Для оценки возможных отклонений от плановых сроков будем использовать подход, предложенный в [4], где введены коэффициенты, позволяющие оценить вероятность сдвига сроков выполнения проекта в зависимости от различных факторов риска. Авторы [4], проанализировав обширный фактический материал, определили, что во время планирования руководитель проекта недооценивает возможные риски. Среди факторов, наиболее сильно влияющих на вероятность ошибки при определении плановых сроков, они выделили:

- Ошибки календарного планирования
- Текучесть кадров в проектной команде
- Расширение требований к создаваемой системе во время проекта
- Нарушение спецификаций
- Ошибки в оценке производительности рабочей группы.

Поэтому ожидаемое время выполнения j–го этапа проекта будем оценивать как

$$t_j = t_j^0 \cdot R_{plan} \cdot R_{pers} \cdot R_{reqs} \cdot R_{spec} \cdot R_{perf}$$

где t_j^0 – плановое время выполнения проекта, определенное при составлении графика; R_{plan}, R_{pers}, R_{reqs}, R_{spec}, R_{perf} – коэффициенты, учитывающие влияние рисков на срок выполнения проекта (соответственно, ошибок в планировании, текучести кадров, расширения требований, нарушения спецификаций и оценке производительности). Согласно [4] эти риски оцениваются через задание интервала сдвига срока завершения проекта (минимальное возможное значение d_{min}, максимальное возможное значение d_{max}) и наиболее вероятного значения времени задержки d_{avg}. Значение каждого из перечисленных выше коэффициентов риска определяется по формуле

$$R(\alpha) = \begin{cases} 1 + d_{avg} + (d_{max} - d_{avg})\left[1 - \sqrt{(1-\alpha)\dfrac{d_{max} - d_{min}}{d_{max} - d_{avg}}}\right], & \alpha > \dfrac{d_{avg} - d_{min}}{d_{max} - d_{min}} \\ 1 + d_{min} + (d_{avg} - d_{min})\sqrt{\alpha \dfrac{d_{max} - d_{min}}{d_{avg} - d_{min}}}, & \alpha \le \dfrac{d_{avg} - d_{min}}{d_{max} - d_{min}} \end{cases}$$

где α – вероятность возникновения риска, т.е. равномерно распределенное на интервале (0,1) случайное число. Отметим, что приведенная формула соответствует обратной функции ассиметричного треугольного распределения, задаваемого параметрами d_{min}, d_{max} и d_{avg}.

Особая важность работы [4] заключается в том, что в ней приводятся количественные оценки значений d_{min}, d_{max} и d_{avg}

для всех перечисленных факторов риска, собранные во время выполнения реальных проектов по разработке программного обеспечения.

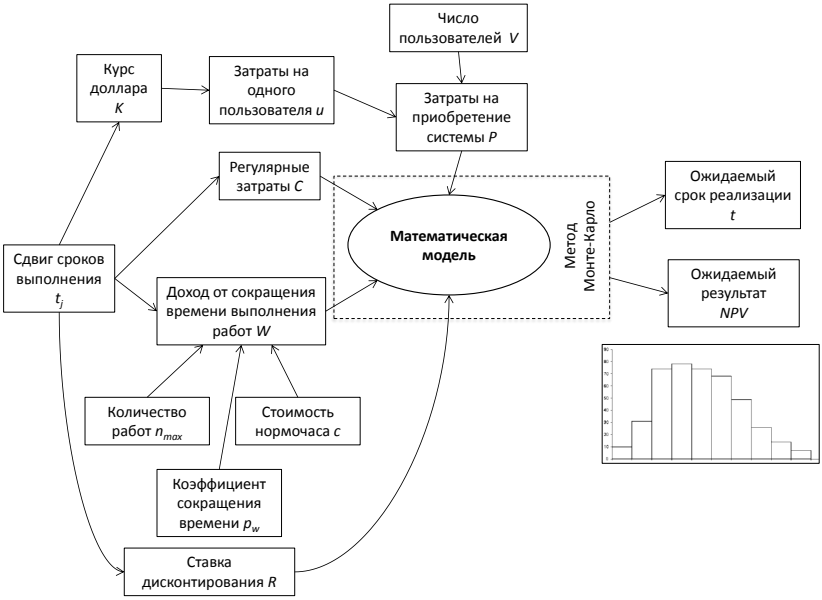


Рис. 3. Модель оценки эффективности и риска проекта по внедрению ИС.

6. Результаты моделирования

Общая модель предложенного метода представлена на рис. 3. В качестве примера использования приведем результаты исследования эффективности и риска системы по управлению знаниями, внедряемой на одном из предприятий российского ОПК. В таблице 1 приведены исходные данные, использовавшиеся для оценки, алгоритм имитационного моделирования представлен на рис. 4.

Результаты моделирования методом Монте-Карло (число итераций M=10 000) представлены на рис. 5. При этом получены следующие результаты: среднее значение и стандартное

отклонение дохода от проекта $\mu_{NPV} = 18{,}76$ млн. руб., $\sigma_{NPV} = 10{,}66$; среднее значение и стандартное отклонения срока выполнения $\mu_t = 23{,}7$ мес., $\sigma_t = 1{,}95$. После внедрения системы ежемесячное сокращение затрат в результате ее использования составит 6,2 млн. руб. Такие высокие показатели объясняются небольшими затратам на реализацию проекта и значительным предполагаемыми результатами, что в целом характерно для ИС управления корпоративными знаниями [14].

Таблица 1. Параметры проекта.

Параметр	Обозначение	90% доверительный интервал	
		Нижняя граница	Верхняя граница
Курс доллара (руб/$)	K_i	55	65
Затраты на одного пользователя ($)	u_i	235	265
Регулярные затраты (тыс. руб.)	C_i	250	350
Ежемесячное количество работ (шт.)	n_{max}	1700	1800
Коэффициент сокращения времени	p_w	0,3	0,4
Стоимость нормочаса (тыс. руб.)	c_i	1,3	1,5
Годовая ставка дисконтирования (%)	R	9	12

Тем не менее, из рис. 5 видно, что существует 7% вероятность получения отрицательного NPV. Для того, чтобы исследовать возможные причины такого исхода выполнен анализ чувствительности эффективности проекта к независимым переменным, который показал, что наиболее сильно на эффективность проекта влияют месячный объем работ n_{max} и стоимость одного часа работ c_i, уменьшение каждого из них на 10% сокращает NPV на 25%.

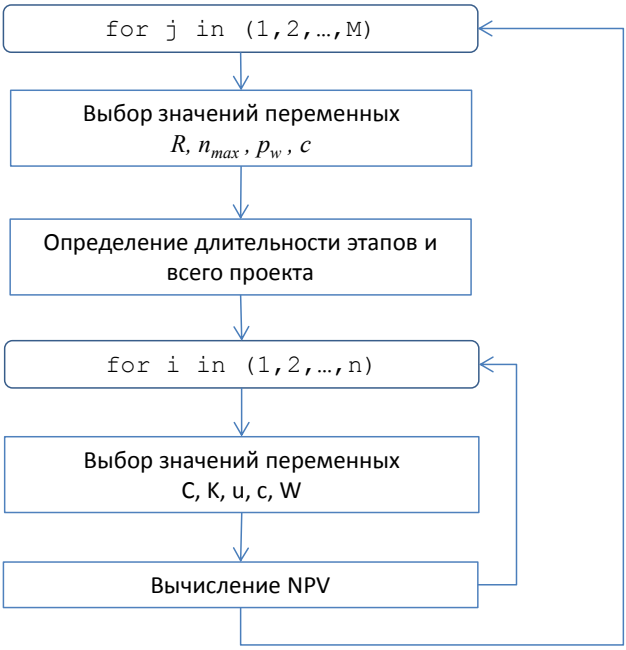


Рис. 4. Алгоритм моделирования.

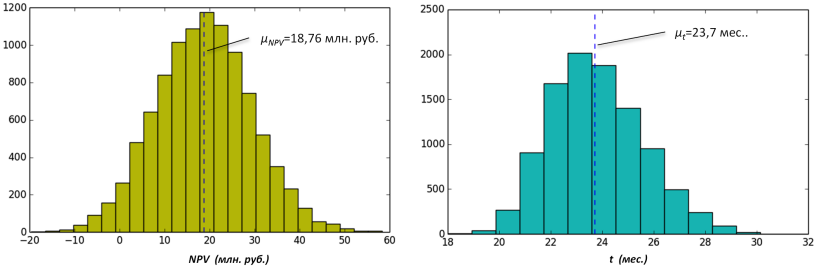


Рис. 5. Результаты моделирования

Одновременное сокращение этих параметров может привести к отрицательному эффекту. Другие факторы (курс доллара, время выполнения проекта и т.д.) оказывают гораздо меньшее влияние на эффективность. Таким образом, определена граница, определяющая целесообразность реализации проекта – при резком сокращении бизнеса (т.е. падении объема работ и

уменьшении их стоимости), внедрение ИС становится невыгодным

7. Заключение

Описанный метод определения риска и эффективности внедрения ИС опирается на известные практики:

- Метод Монте-Карло как средство моделирования [12,15,18].
- Использование чистой текущей стоимости денежных потоков для оценки эффективности [2].
- Интервальная оценка независимых переменных калиброванными экспертами [12,18].
- Учет влияния сдвигов срока проекта [4].

Предложенный в статье способ расчета положительного результата (раздел 4) позволил построить модель, описывающую все аспекты проекта. Использование данной модели позволяет определить распределение значений эффективности и вероятность получения отрицательного результата. С одной стороны, эта информация важна при принятии решения о запуске проекта, с другой – может быть использована для построения системы мониторинга, оповещающей о приближении его параметров к критическим значениям.

Дальнейшее развитие предложенного метода предполагается за счет разработки других способов определения положительного эффекта от внедрения ИС.

Литература

1. АКЕРЛОФ Д. *Spiritus animalis, или как человеческая психология управляет экономикой и почему это важно для мирового капитализма* / Д. Акерлоф, Р. Шиллер. – М.: Юнайтед Пресс, 2010. – 280 с.
2. БРИГХЕМ Ю. *Финансовый менеджмент*. *Т.1* / Ю. Бригхем, Л. Гапенски. – М.: Экономическая школа, 2005. – 497 с.
3. ВИШНЯКОВ Я.Д. *Общая теория рисков / Я.*Д. Вишняков, Н.Н. Радаев – М.: Академия, 2008. – 368 с.

4. ДЕМАРКО Т. *Вальсируя с медведями: управление рисками в проектах по разработке программного обеспечения* / Т. ДеМарко, Т.Лестер. – М.: Компани p.m.Office, 2005. – 196 с.
5. ЗЕЛЕНКОВ Ю.А. *ИТ-стратегия 2.0* // Открытые системы. СУБД. – 2014. – № 9. – С. 23-25
6. КАНЕМАН Д. *Принятие решений в условиях неопределенности: правила и предубеждения* / Д. Канеман, А. Словик, А. Тверски. – Х.: Гуманитарный центр, 2005. – 632 с.
7. МАНДЕЛЬБРОТ Б. *(Не)послушные рынки: фрактальная революция в финансах* / Б. Мандельброт, Р. Хадсон. – М.: Вильямс, 2006. – 400 с.
8. МАТВЕЕВ А.А. *Модели и методы управления портфелями проектов* / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
9. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами*. – М.: Физматлит, 2007. – 584 с.
10. *Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOOK)*. – 5 изд. – Project Management Institute, 2013. – 614 с.
11. *Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика*. – М.: Наука, 2000. – 431 с.
12. ХАББАРД Д. *Как измерить все, что угодно. Оценка стоимости нематериального в бизнесе*. – М.: Олимп-Бизнес, 2009. – 320 с.
13. ЧЕРНОВА Г.В. *Управление рисками* / Г.В. Чернова, А.А. Кудрявцев. – М.: Проспект, 2009. – 160 с.
14. BECERRA-FERNANDEZ I. *Knowledge management: systems and processes* / I. Becerra-Fernandez, R. Sabherval. – New York: M.E. Sharpe, Inc, 2010. – 369 pp.
15. DAMODARAN, A. *Strategic risk taking: a framework for risk management*. – Upper Saddle River, NJ: Wharton School Pub, 2007. – 388 pp.
16. *Enterprise value: governance of IT investments. The ValIT Framework 2.0*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Val-IT-IT-Value-Delivery-/Pages/Val-IT-Publications.aspx#framework

17. ESTRADA J. *Black swans and market timing: How not to generate alpha* // Journal of Investing. – 2008. – No. 17. – P. 20–34.
18. HUBBARD D. *The failure of risk management: why it's broken and how to fix it*. – Hoboken, NJ: Wiley, 2009. – 300 pp.
19. HURWICZ L. *Designing economic mechanisms / L. Hurwicz, S. Reiter*. – Cambridge: Cambridge University Press, 2006. – 356 pp.
20. KNIGHT F. *Risk, uncertainty, and profit*. - Boston: Houghton Mifflin Co, 1921. – 260 pp.
21. *NASA risk management handbook*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/doctree /NHBK_2011_3422.htm
22. NICHOLAS, J.M. *Project management for engineering, business and technology* / J.M. Nicholas, H. Steyn. – London: Routledge, 2012. – 691 pp.
23. ROETZHEIM, W. *Structured computer project management*. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1988.
24. SAVAGE S. *The flaw of averages: why we underestimate risk in the face of uncertainty*. – Hoboken, NJ: Wiley, 2009. – 419 pp.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS AND RISKS OF INFORMATION SYSTEMS IMPLEMENTATION

Yuri Zelenkov, Financial University under the Government of the Russian federation, Moscow, Doctor of Science, Chief of applied informatics department (yuri.zelenkov@gmail.com)

Abstract: *Quantitative evaluation of the effectiveness and risks of implementation of information systems (IS) is an essential condition for the start of work. It is necessary to choose a reasonable performance indicators and the method of determining their dependence on the variables affecting the project. The Monte Carlo method is proposed for analysis, and net present value of the cash flows of the project is selected as a criterion of effectiveness. External factors affecting the effectiveness are discussed; recommendations how to determine their probabilities are given; the model of assessment of*

the project is presented. A method is proposed for calculate of a positive cash flow, which occurs due to the reduction of time of works supported by IS. Impact of deviations from project schedule is taken into account. The practical case of the project analysis for the implementation of knowledge management IS is presented.

Keywords: IT efficiency, risk analysis, project assessment, knowledge management.

Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии ...заполняется редактором…

Поступила в редакцию ...заполняется редактором…
Опубликована ...заполняется редактором…