

1. Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. НД ТЗІ 1.1-003-99, ДСТЗІ СБ України, Київ, 1999.
2. Закон України "Про електронні документи та електронний документообіг": Закон України від 22.05.2003 № 851-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 35. – Ст. 275.
УДК 338.47:37.014

Н.Ю.Кривицкая,
А.В.Титов, В.А.Хорошко

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИЙ ПРИ НАЛИЧИИ УГРОЗ И РИСКОВ

Коммерческая целевая программа (КЦП) инвестиционных процессов представляет собой совокупность мероприятий, называем «проектами», объединенных единством глобальной цели и общими ресурсами [1,2]. Основные задачи разработки сложных КЦП - отбор проектов, включаемых в программу и распределение между ресурсом. При этом КЦП, как правило, планируется на достаточно большие промежутки времени, поэтому необходимо оценивать эффективность проектов на заданном интервале времени.

При разработке КЦП следует учитывать, возможность возникновения угроз и рисков, анализировать их влияние и на этой основе предусматривать меры по их парированию.

При формировании КЦП с учетом угроз и рисков возникают следующие задачи:

- определение количественных характеристик влияния угроз и рисков на эффективность КЦП;
- определение количественных показателей относительной эффективности проектов при наличии угроз и рисков;
- распределение ресурсов между средствами парирования угроз и рисков и проектами, имеющих «созидательную» направленность.

Известные методы решения первой задачи предусматривают идентификацию рисков (качественный анализ), а также оценивание вероятностей и размеров возможного ущерба (количественный анализ) [3,4]. Однако при этом задача оценки эффективности проектов с учетом рисков не решается и остается уделом эксперта, принимающего решение (*ЭПР*). Более того, определение ущерба в абсолютном измерении (например, денежном) часто затруднено для сложных КЦП гуманитарной и социальной направленности.

Метод решения задачи оценки относительной эффективности проектов при наличии угроз и рисков естественно разрабатывается на основе методов решения данной задачи без учета этих факторов. Наибольшее распространение в настоящее время получены мультикритериальные методы оценки проектов [5-9]. Область их применения ограничивается двумя необходимыми условиями, которым должна удовлетворять конкретная задача.

Первое условие – наличие множества критериев, по каждому из которых можно оценить каждую альтернативу. Второе – способность *ЭПР* оценить тем или иным образом каждую альтернативу по каждому критерию, т.е. полностью «владеет проблемой».

Первое условие в большинстве случаев формирования сложных *КЦП* не выполняется из-за существенного различия природы проектов, входящих в них. Выполнение второго условия проблематично, когда выбор наилучшей альтернативы из нескольких сотен или ранжирование такого количества альтернатив требует учета их оценок по нескольким десяткам взаимосвязанных критериев. Такая ситуация имеет место при принятии решений по формированию сложных комплексных целевых программ государственного масштаба, программ развития образования.

Поэтому методы поддержки принятия решений при формировании КЦП в условиях угроз и рисков будем разрабатывать путем модификации методов нецелевого оценивания альтернатив [1,2,10]. При поддержке решений по разработке КЦП относительная эффективность проектов должна оцениваться как функция времени, заданная на интервале планирования [10]. Поэтому возможность учета фактора времени при оценке проектов КЦП

принципиальна для решения задач поддержки решений такого рода.

Основная идея предлагаемого подход к анализу влияния угроз и рисков при выполнении КЦП состоит в том, что события, вызывающие угрозу или риск, рассматриваются как составная часть КЦ т.е. «проекты внешней среды». Поэтому такие проекты-модели угроз или риск включаются в иерархию целей КЦП [2] устанавливаются их связи с другими проектами и целями КЦП. Таким образом, каждый из проектов – моделей угроз и рисков имеет хотя бы одну цель или проект, на достижение которой (степень выполнения которого) он оказывает непосредственное влияние. Следуя [10], назовем такие цели (проекты) непосредственными надцелями проекта - модели угрозы или риска. При этом влияние угрозы и/или риска, как и других проектов КЦП, оценивается степенью влияния на достижение главной цели программы. Эффективность проектов КЦП оценивается при условии наличия угроз и рисков с учетом их вероятных характеристик. Такой подход дает возможность распределять ресурсы на парирование угроз и рисков наравне с распределением ресурсов на проекты, составляющие «созидательную» сущность КЦП.

Для реализации предлагаемого подхода необходимо решить ряд частных задач. Первая связана с разработкой, математических моделей угроз и риск позволяющих включать события, которые вызывают угрозу и /или риск, в иерархию целей КЦП. Сущность второй задачи состоит в разработке метода количественного оценивания влияния угрозы и/или риска. Следующая задача изыскание способа оценки относительной эффективности проектов КЦП при наличии угроз и рисков.

Угрозы разделяются на внешние и внутренние [10]. Анализ формулировок угроз позволяет выявить некоторые свойства, характеризующие это понятие. Во-первых, следует отметить, что угроза – это следствие события, заключающего в возникновении ситуации влияющей на выполнение КЦП. Однако угроза есть результат деятельности определенных групп людей в отличие от риска, который в основном, - следствие случайного события. Во – вторых, интенсивность воздействия угрозы на выполнение проектов КЦП – случайная величина, изменяющаяся со временем.

Общим для понятия «угроза» и «риск» является влияние внешней среды на выполнение КЦП и то, что они - следствие ее воздействия на выполнение КЦП и то, что они – следствие ее воздействие на выполнение КЦП. Анализ содержания угроз позволяет сформулировать понятие «угроза».

Определение 1. Угроза есть влияющее на эффективность проектов КЦП состояние среды, в которой выполняется комплексная целевая программа.

Кроме того, можно сделать вывод о существовании средств парирования угроз, которые влияют на уровень ее опасности.

Из этого следует возможность построения модели угрозы, которая представляет собой некоторый проект КЦП, причем существует хотя бы один проект, или цель, уровень достижения которых зависит от уровня выполнения проекта модели угрозы (ПМУ). Кроме того, ПМУ может иметь в качестве подпроектов другие проекты, влияющие на его эффективность, т.е. меры парирования угрозы.

Таким образом, модель угрозы имеет все свойства проекта КЦП с некоторыми особенностями, рассматриваемыми далее.

Поставим в соответствие угрозе z_i некоторое число $0 \leq D_i \leq 1$, называемое степенью реализации угрозы, причем $D_i = 0$ при полном отсутствии влияния угрозы и $D_i = 1$ при максимально возможном ее проявлении. Кроме того, будем характеризовать угрозу Z_i вероятностью $p(t)$ ее реализации в момент времени t . Эту величину должны определять эксперты с помощью групповых методов экспертного оценивания. [2, 9, 10].

Определение 2. Частный коэффициент W_{ij} влияния (ЧКВ) угрозы Z_i на достижение ее непосредственной надцели q_i (степень выполнения проекта P_j) ее прирост степени достижения надцели q_j (степени выполнения проекта P_j) полученный вследствие полной реализации угрозы Z_i .

В дальнейшем, будем употреблять термин «надцель» для обозначения как цели, на степень достижения которой непосредственно влияет проект-модель угрозы, так и проекта, на степень выполнения которого влияет эта угроза.

Для более адекватного описания задач поддержки решений относительно комплексного целевого планирования с учетом угроз и рисков целесообразно учитывать изменения во времени их влияния. Поэтому в дальнейшем будем говорить о мгновенных значениях в момент времени t коэффициента влияния $W_{ihk}(t)$ угрозы Z_i на достижение ее непосредственной надцели q_h , которое определяется из выражения

$$W_{ih}(t) = \begin{cases} 0, & \text{если } t < \tau_{ih} \\ y(w_{ih})_{\text{иначе}} & \end{cases} \quad (1)$$

где W_{ih} – стационарное значение коэффициента влияния (СКВ) угрозы Z_i на непосредственную надцель q_h ; τ_{ih} – экспертная оценка задержки влияния угрозы Z_i на надцель q_h ; y – номинальная функция, которая описывает изменение КВ во времени.

Поскольку достоверная информация относительно точности экспертных оценок коэффициентов полинома $y(w_{ih}, t)$ отсутствует, положим в (1) $y(w_{ih}, t) = w_{ih}$ т.е. будем учитывать только задержку влияния угрозы на ее непосредственную надцель. Эту величину должны определять эксперты.

Стационарные значения коэффициентов влияния $w_{ih} \in W_h$, $i = (1, n_h)$, непосредственных подцелей надцели q_h среди которых могут быть угрозы, удовлетворяют

$$\text{условию } \sum_{i=1}^{n_h} |W_{ih}| = 1$$

В общем случае угроза Z_i есть непосредственная подцель нескольких надцелей $q_1, q_2, \dots, q_h, \dots, q_r$, причем любая надцель q_h имеет некоторое множество $G_h = \{G_{hk}\}$ альтернативных подмножеств совместимых непосредственно подцелей $G_{hk} \cap G_{hl} \neq \emptyset$, $k \neq l$. Поэтому возможен случай, когда $q_i \in G_{hk}$, $q_i \in G_{hl}$, $k \neq l$ и одна и та же угроза Z_i будет иметь разные стационарные значения W_{ihk} , W_{ihl} коэффициента влияния на одну и ту же ее непосредственную надцель q_h , которые вычислены для разных альтернативных подмножеств G_{hk} , G_{hl} совместимых подцелей.

Если достижение подцели q_i содействует достижению ее непосредственной надцели q_h , то ее СКВ $W_{ihk} > 0$, иначе $W_{ihk} < 0$. Из содержания понятия угроз следует, что частные коэффициенты влияния проектов, которые являются моделями соответствующих угроз, отрицательны. Заметим, что к началу процесса определение СКВ подцелей иерархия должна быть преобразована таким образом, чтобы СКВ всех подцелей были положительными. Это достигается заменой подцелей, которые отрицательно влияют на соответствующие надцели, подцелями, являющимися их логическими инверсиями.

Первой характеристикой, которая определяет тип угрозы, есть способ выражения условий и последствий ее реализации. Если условия реализации угрозы можно выразить результатом измерения некоторой конкретной величины – ресурса, то такая угроза называется количественной по входу, иначе – качественной.

Поскольку влияние ПМУ не достигает их непосредственных надцелей отрицательно для наихудшего случая степень их выполнения при отсутствии компенсирующих влияний применяется равной 1. При этом ресурс определяется как количественное выражение условий компенсации угрозы, которая приводит к тому, что степень выполнения ПМУ будет равна нулю. Так, ресурс проекта, который является моделью угрозы, равняется сумме его составляющих.

Если значение ресурса количественной по входу угрозы известно, то будем называть ее количественной по входу определенной.

Значение ресурса такой угрозы однозначно определяется экспертами при построении

иерархии целей. Если же значение ее ресурса достоверно неизвестно, то такую угрозу будем называть количественной, по входу неопределенной.

Для таких угроз определяются согласованные обобщенные экспертные оценки величины ресурса. Метод их определения описан в [1].

Так как ПМУ всегда является непосредственной подцелью какой-нибудь цели или проекта, он характеризуется результатом его выполнения. Если результат полного выполнения угрозы можно выразить эффектом, т.е. результатом измерения некоторой одной величины, то угроза называется количественной по выходу, в противном случае – качественной по выходу. Так, эффект от выполнения ПМУ [10] равняется экспертной оценки убытков в денежном измерении.

Ресурс и эффект могут измеряться в разных единицах.

Определение 3. Непосредственные цели q_i и q_j в том числе и угрозы некоторой надцели q_s называется совместными, если достижение одной не исключает возможности, или целесообразности достижения другой, и несовместимы – в противном случае.

Понятно, что при определении степени достижения надцели должны учитываться эффекты от достижения только множеств ее совместных целей.

Так как угроза действует независимо от исполнителей КЦП, следует считать ее совместимой с каждой из подцелей.

Поэтому ПМУ входит в каждое подмножество совместимых подцелей той же надцели, на достижение которой непосредственно влияет угроза.

Мгновенное значение $D_h(t)$ степени реализации угрозы z_h в момент времени t определяется таким образом:

$$D_h(t) = \begin{cases} 0, \text{ если } \sup_k \sum_i W_{ihk}(t) D_i(t) < T_h; \\ T_h, \text{ если } \sup_k \sum_i W_{ihk}(t) D_i(t) = T_h; \\ f(\sup_k \sum_i W_{ihk}(t) D_i(t)), \text{ если } T_h < \sup_k \sum_i W_{ihk}(t) D_i(t) < 1 - \sum_q \left| W_{qhk}^{(-)}(t) \right| \\ 1, \text{ если } \left(1 - \sum_q \left| W_{qhk}(t) \right| \right) \leq \sup_k \sum_i W_{ihk}(t) D_i(t) \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

где T_h – порог угрозы z_h $f(\sup_k \sum_i W_{ihk}(t) D_i(t))$ – функция степени реализации угрозы

z_h ; k – номер подмножества G_{hk} совместимых непосредственных подцелей q_i ; i – номер подцели $q_i \in G_{hk}$; $w_{ihk}(t)$ – мгновенное значение в момент времени t – частного коэффициента влияния подцели $q_i \in G_{hk}$ на достижение угрозы z_h , вычисленное при условии, что подцель q_i рассматривается как элемент подмножества G_{hk} совместимых непосредственных подцелей угрозы z_h ; $D_i(t)$ – мгновенное значение степени достижения подцели q_i в момент времени t ; $W_{qhk}(t)$ – мгновенное значение в момент времени t частного коэффициента влияния подцели $q_q \in G_{hkl}$ отрицательно влияющей на z_h .

Важные частные случаи угроз – квазилинейная и пороговая угрозы.

Степень D_j выполненная квазилинейного ПМУ z_j определяется выражением:

$$D_j = \begin{cases} \sup_h \sum_s W_{shj} D_{shj}, \text{ если } \sup_h \sum_s W_{shj} D_{shj} \leq 1, \\ 1, \text{ если } \sup_h \sum_s W_{shj} D_{shj} > 1; \end{cases}$$

где h – номер подмножества G_{hj} совместимых непосредственных подцелей ПМУ z_j ; s – номер подцели $q_{shj} \in G_{hj}$ w_{shj} – частный коэффициент влияния подцели $q_{shj} \in G_{hj}$ на достижение угрозы.

Выражение для вычисления степени D_i достижения пороговой угрозы z_i имеет вид

$$D_i = \begin{cases} 1, \text{если } \sup_h \sum_s W_{shi} D_{shi} \geq 1 - \sum_{j \in J_i^{(-)}} W_j \\ 0, \text{ иначе} \end{cases}$$

где $J_i^{(-)}$ - множество номеров подцелей угрозы z_i с отрицательным влиянием

Понятие риск характеризуется неопределенностью, связанной с возможностью возникновения в ходе реализации проектов КЦП неблагоприятных ситуаций и последствий [3,4]. Иначе говоря, риск есть следствие случайного события, заключающегося в возникновении ситуации, включающей на выполнение КЦП. В более общей трактовке эти события - следствие воздействия на выполнение КЦП внешней среды, т.е. всего того, что неподвластно исполнителям КЦП.

Таким образом, под риском будем понимать следствие случайного события вызванного внешними относительно КЦП факторами, которое состоит в возникновении ситуации, влияющей на выполнение КЦП.

В зависимости от природы событий, которые вызывают риск, различают технико-технологические, маркетинговые, финансовые, социальные, юридические, политические, экологические, риски участников проекта (исполнителей КЦП), риски обстоятельств непреодолимой силы (форс-мажор), специфические риски [3,4]. При этом одно и то же событие может вызвать риски, которые имеют совсем разные последствия для выполнения КЦП.

Рассмотрим влияние финансирования инновационного процесса при условии, что h уровень финансирования. Случайное событие $h < h_{min}$ вызовет риск и «недостаточного финансирования», а при $h < h_{max}$ имеет место риск «необоснованно завышенного финансирования», при $h_{min} < h < h_{max}$ имеет место нормальные условия финансирования.

Таким образом, рассмотренные случайные события образуют полную группу, поэтому они, как и вызванные ими риски, попарно несовместимы.

Это свидетельствует о том, что риски должны оцениваться, исходя из системного подхода, с учетом цели КЦП и ее структуры.

Введем определения некоторых понятий.

Определение 4. Фактором риска φ для КЦП P называется случайный процесс $\xi_\varphi(t)$ такой, что

$$P_i \in P [V(P_i)_{\xi_\varphi(t)} \neq V(P_i)\xi_\varphi(t)]$$

где $P_i \in P$ с учетом фактора риска $\xi_\varphi(t)$ и без учета его соответственно.

Определение 5. Индикатором риска φ называется фиктивная цель q_φ , единой подцелью которой есть фактор риска φ .

Возвращаясь к рассмотренному ранее финансированию инновационного процесса, заметим, что фактор риска «уровень финансирование» есть подцель для таких индикаторов риска: $q_{\varphi 1}$ - недостаточное финансирование, $q_{\varphi 2}$ - необоснованно завышенное финансирование. Подцели $q_{\varphi 1}$; $q_{\varphi 2}$ – индикаторы риска, полностью описываются функциями степени достижения цели. В общем случае мгновенное значение $D_h(t)$ степени достижения непосредственной надцели q_h в момент времени t определяется выражением (2).

При задании степени достижение цели – индикатора риска надо учитывать такие особенности

1) поскольку пороги целей удовлетворяют условию [2]: $0 \leq T_h \leq 1$, то значение случайного процесса $\xi_\varphi(t)$, задающего фактор риска φ , должно также удовлетворять условию

$$0 \leq \xi_\varphi(t) \leq 1$$

2) если $[OD(q\varphi_i / \partial \xi\varphi(t))] < 0$ (как это имеет место для риска «недостаточное финансирование»), в качестве риска для цели q_{ni} , являющейся индикатором этого риска, надо брать

$[1 - \xi\varphi(t)]$ вместо $\xi\varphi(t)$.

Таким образом, модели рисков, которые обусловлены уровнем h финансирования инновационного процесса, следующие

а) факторы риска $\xi\varphi^{(1)}(t) = h(t) / h_{max}$;

$$\xi\varphi^{(2)}(t) = 1 - h(t) / h_{max}$$

б) индикатор риска «недостаточное финансирование – цель $q_{\varphi 1}$ с порогом

$T_{q\varphi 1} = h \min / h \max$ подцель – фактор риска $\xi\varphi^{(2)}(t)$ с частным коэффициентом влияния, равным 1;

в) индикатор «необоснованно завышенное финансирование» - цель $q_{\varphi 2}$ с порогом $T_{q\varphi 2} = 1$; подцель – фактор риска $\xi\varphi^{(1)}(t)$ с частичным коэффициентом, влияния, равным 1.

Теперь рассмотрим подцель q_1 . При этом эксперт решает вопрос: «Является ли подцель q_1 целью реализации какого-нибудь проекта?». Если да, то дальнейшая декомпозиция подцели q_1 не нужно. Если – нет, то поставим том же вопрос, который относится кт главной цели, но теперь вместо главной цели в вопрос будет фигурировать подцель q_1 . Кроме того, при определении подцелей для q_1 сначала найдем подцели среди списка целей, которые раньше были названы при анализе других надцелей. Этот список может содержать и главную цель программы. За счет этого могут устанавливаться обратные связи между подцелями и надцелями.

Предложим эксперту определить тип q_1 , ставя те же вопросы, что касались главной цели. Кроме того, эксперт должен решить: «Влияет ли любой прирост степеней достижения подцелей цели q_1 на степень ее достижения?». Если да, то имеем квазилинейную цель q_1 иначе, цель q_1 пороговая ($T_1 > 0$).

Построение иерархии подцелей осуществляется в три этапа. На первых двух строится иерархия целей без учета угроз и рисков, а на последнем в иерархию вводится модели этих факторов. При этом на первом этапе выполняется продвижение сверху вниз, на втором – в обратном направлении.

Сущность первой процедуры состоит в следующем. Эксперт определит: «Достижение наших подцелей оказывает непосредственное влияние на достижение главной цели программы?» Пусть это будет подцели q_1, q_2, \dots, q_n . Относительно любой из них ставится вопрос: «Можно ли выразить результат полного достижения подцели результатом измерения одной величины (эффектом)?». Если – да, то имеем подцель, количественную по выходу, иначе – качественную. Если подцель – количественная по выходу, то ставится вопрос эксперту: «Достоверно ли известно значение эффекта?». Если - да, то имеем количественную по выходу определенную подцель, иначе – количественную по входу неопределенную.

Далее решается вопрос: «Достигнет подцели положительно или отрицательно влияет на достижение надцели?», кроме определения множества подцелей, первая процедура предусматривает определение так же и типа надцели. Поэтому необходимо решить вопрос: «Можно выразить условие достижения надцели результатом измерения некоторой одной реальной величины (ресурса) ?». При положительном ответе цель количественная по входу, в противном случае качественная. Если цель количественная по входу, то экспертом решается вопрос: «Достоверно ли известно значение ресурса?» Если – да, то имеем количественную по входу определенную цель, иначе – количественную по входу неопределенную.

После этого эксперт определяет подмножества пар совместимых и несовместимых подцелей. Для этого относительно каждой пары подцелей зададим вопрос: «Эта пара подцелей совместима?». В соответствии с полученным ответом отнесем пару к соответствующему подмножеству.

В последнем случае предложим эксперту определить величину ее порога т.е., какова должна быть степень достижения цели, чтобы это сказалось на степень достижения главной цели. Повторяя этот процесс для всех подцелей, занесенных в список, построим иерархию

подцелей, на достижение которых влияет реализация проектов КЦП. Нетрудно видеть, что реакция описанного алгоритма всегда обеспечит включений всех проектов КЦП в иерархию. Но декомпозиция не всех подцелей первого уровня обязательно завершится каким – нибудь проектом. Это следствие того, что в общем случае проекты КЦП могут отражать не все аспекты достижения главной цели КЦП. Поскольку условием завершения декомпозиции некоторой надцели есть совпадение, какой-нибудь ее подцели с целью проекта КЦП, то в общем случае обнаружится хотя бы одна подцель первого уровня, декомпозиция которой никогда не завершится, поскольку такого проекта просто нет в иерархии. Чтобы алгоритм завершил работу за конечное количество шагов, введем еще одно условие останова его выполнения: декомпозиция всех целей завершается, как только цель любого проекта совпала с какой-нибудь подцелью. Выше описанный алгоритм построения иерархии целей для отбора наиболее эффективных проектов, которые целесообразно включать в ЦКП. Но предлагаемый метод можно применить и для определения наиболее эффективных направлений реализации КЦП, которые целесообразно поддержать, задавая соответствующие проекты. В этом случае иерархия строится аналогично, за тем только исключением, что разработчик КЦП сам определяет достаточность степени реализации и прекращает дальнейшую декомпозицию.

На втором этапе выполняется процедура продвижения снизу вверх, состоящая в том, что для каждой подцели определяются все непосредственные надцели т.е. цели, на достижение которых оказывает непосредственное влияние достижение анализируемой подцели.

На последнем этапе в иерархию вводятся модели угроз и рисков.

В подразделе 2 предложена модель угрозы в виде некоторого «проекта», влияющего на несколько целей и, возможно, проектов. Для установления влияний на эти элементы иерархии эксперты последовательно анализируют все множество введенных в иерархию на первых двух этапах целей и проектов и определяют влияние на них соответствующей угрозы. Отметим, что проекты, которые являются моделями угроз, могут иметь подцели (подпроекты), которые служат моделями средств нейтрализации угрозы. Они определяются так же, как и подцели «обычных целей».

Введение моделей рисков осуществляется таким образом. Сначала определяются факторы рисков, которые должны быть учтены. Потом в соответствии с [1] строятся цели, выступающие индикаторами соответствующих рисков, и определяются их параметры, аналогично тому, как это имело место для основной иерархии. На последнем шаге устанавливаются связи введенных индикаторов рисков с элементами построенной иерархии (целями и проектами).

Оценивание относительной эффективности элементов КЦП с учетом рисков и угроз предусматривает решение таких задач оценивания: относительной эффективности направлений выполнения КЦП с учетом угроз и рисков; относительной эффективности заданного множества угроз и рисков; относительной эффективности средств противодействия угрозам и рискам.

В основу предлагаемого метода положены две главные идеи: использование в качестве показателя эффективности степени влияния выполнения проекта (достижения цели) на степень достижения главной цели КЦП; включение в иерархию целей КЦП проектов, которые являются моделями угроз, или индикаторами рисков.

Исходя из этого, изложим способ решения обозначенных задач оценки эффективности.

Задача оценки с учетом угроз и рисков относительной эффективности проектов сводится к определению степени влияния на достижение главной цели выполнения оцениваемых проектов при наличии этих фактов.

Далее вводим понятия ПП и СП [2]. Простым называется проект, рассматриваемый в рамках КЦП, как единое целое. В то же время сложный проект состоит из ряда взаимозависимых простых проектов.

Частные коэффициенты влияния подцелей и проектов в общем случае зависят от

времени. Поэтому степени достижения надцелей, в том числе и главной, тоже зависят от времени. Следовательно, можно говорить о мгновенных значениях показателей эффективности простых и сложных проектов.

Определение 6. Множественное значение $V_k(t)$ показателя относительной эффективности сложного проекта CP_k в момент времени t от начала его реализации равняется

$$V_k(t) = F[D_0(P)_t, D_0(P/CP_k)_t]$$

где P - множество всех проектов КЦП, $D_0(P)_t$ - степень достижения главной цели в момент t при условии включения в КЦП всех прочих проектов $SP_i \in P$; $D_0(P/CP_k)_t$ - степень достижения главной цели в момент t при условии включения в КЦП всех $SP_i \in P$; за исключением простых проектов, которые входят в сложный проект CP_k .

Вид функции F не зависит от структуры иерархии и типа целей и определяется удобством восприятия информации ЭПР.

Таким образом, CP может быть охарактеризована множеством мгновенных значений его показателя относительной эффективности, вычисленных для множества моментов времени на некотором заданном интервале Θ . При этом оценивание множества CP в ходе принятия решения сводится к вычислению некоторой определенной ЭПР функции Q , которая задана на множестве значений показателей относительной эффективности проекта в моменты времени, из интервала Q . В качестве такой функции будем использовать:

$$Q_k = \sup_{0 \leq t \leq \Theta} V_k(t)$$

либо

$$Q_k = \int_0^{\Theta} V_k(t)^* dt$$

где $V_k(t)^*$ - наилучшая в отношении которого критерия аппроксимация множеств мгновенных значений $V_k(t)$ для моментов времени из интервала $[0, \Theta]$.

Кроме задачи оценивания СП, возникает задача оценивания ПП в границах заданной СП (так как СП - множество проектов инновационной программы в образовании, отобранных для финансирования, то задача оценивания ПП в границах данной СП возникает при распределении объемов финансирования между отобранными проектами). Поэтому простого проекта SP_i можно говорить о значении показателя V_{ik} можно говорить о значении показателя V_{ik} его относительной эффективности в границах сложного проекта CP_k В общем случае $V_{ih} \neq V_{ik}; h \neq k$.

Определение 7. Мгновенное значение V_{ik} показателя относительной эффективности простого проекта SP_i в составе сложного проекта CP_k в момент времени t от начала реализации CP_k равняется

$$V_{ik}(t) = F[V_k(t), V_{ki}],$$

где $V_k(t)$ - значение показателя относительной эффективности сложного проекта CP_k в момент времени t ; V_{ki} - значение в момент времени t показателя относительной эффективности сложного проекта CP_k , который не содержит простого проекта SP_i . В общем случае

$$V_{ih}(t) \neq V_{ik}(t); h \neq k.$$

Таким образом, динамическое оценивание простого проекта $SP_i \in CP_h$ в ходе определения показателя его относительной эффективности на заданном интервале времени сводится к вычислению показателей относительной эффективности двух сложных проектов: CP_h CP_{hi} в некотором множестве моментов времени из этого интервала. В свою очередь, задача вычисления показателя относительной эффективности CP_h сводится к вычислению в эти моменты времени величин: $D_0(P)_t$ - степени достижения главной цели в момент t при условии полной реализации всех $SP_i \in P$ $D_0(P \setminus CP_h)_t$ степени достижения главной цели в момент t при условии полной реализации всех $SP_i \in P$ за исключением простых проектов, которые входят в CP_h . Указанные условия при которых вычисляется степень достижения

главной цели, определяется множеством B анализируемых проектов, которые удобно задавать вектором $D_B = \{D_{Br}\}$, $r = \{1, |P|\}$, степеней реализации проектов, компоненты которого

$$D_{Br} = \begin{cases} 1, \text{если } SP_r \in B \\ 0, \text{если } SP_r \notin B \end{cases}$$

Таким образом, задача вычисления относительной эффективности простых и сложных проектов сводится к вычислению во множестве моментов времени степени достижения, главной цели при условии, что степени реализации проектов $CP_p \in B \subseteq P$ заданы вектором D_B .

Рассмотрим сначала как происходит оценивание сложного проекта в заданный момент времени t . Задача решения этим методом формулируется следующим образом.

Задано: Момент времени t из интервала $[0, \Theta]$; ориентированный граф иерархии целей $H(G, V)$, где $G = \{q_s\}$, $s = (0, m)$ – множество вершин, каждая вершина q_s обозначена функцией $D_s(t)$ степени достижения цели [10]; для наглядной вершины q_s задано множество $G_s = \{G_{sj}\}$ множество совместимых вершин – однопредшественников; $V = \{V_q\}$, $q = (1, b)$ множество дуг, каждая дуга имеет вес (частный коэффициент влияния); вектор D_B , определенным выражением (1) в соответствии со значением в момент времени t случайных процессов, задающих угрозы и риски.

Требуется определить значения функции $D_o(t)$ степени достижения главной цели при условии, что $\forall_{qr} \in B \subseteq P \subset G [D_r(t) = D_{Br}(t)]$.

Определение компонент вектора B в момент времени t , задающих проекты-модели угроз и/или рисков, осуществляется в соответствии со значениями случайных процессов, описывающих эти факторы, аналогично тому, как учитываются вероятности реализации остальных проектов [13].

Определим метод вычисления ПЭ для наиболее общего случая, когда иерархия сетевая, нелинейная, немонотонная с положительными и отрицательными обратными связями, имеет как линейные, так и пороговые цели. Поиск метода построения аналитического выражения, которое разрешает вычислить степень достижения главной цели, кажется бесперспективным из-за сложности аналитического описания графа произвольной структуры. Это ухудшается еще и тем, что при практическом применении такого метода поддержки решений возникает необходимость оценивать эффективность проектов относительно разных целей и оперативно изменять структуру иерархии при сопровождении системы. Поэтому используем метод решения, который базируется на моделировании иерархии целей.

Моделирование иерархии осуществляется в соответствии с таким алгоритмом

Алгоритм.
1. $x := 1; \forall 0 \leq s \leq m [D_s(t_i)^0 := 0]; \text{ где}$

$D_s(t_i)^x$ – значение функции $D_s(t_i)$ на x -й итерации.

2. $\forall_{qr} \in B \subseteq P \subset G [Dr(t_i)^x := D_{Br}(t)]$

3. Найти подмножество $G_u = \{q_s\}$ вершин графа, для которых $D_s(t_i)^x \neq D_s(t_i)^{x-1}$.

4. Найти множество G_c вершин графа – однопредшественников вершин $q_s \in G_u$ Используя [10], вычислить значения функций $D_s(t_i)^x$ для $q_s \in G_c$.

5. Если $q_0 \in G_c$, то п.6, иначе п.7.

6. Если $|D_o(t_i)^x - D_o(t_i)^{x-1}| \leq E$, (2)

где E – приемлемое значение погрешности вычислений, то п.8, иначе

$x := x + 1, \text{ п.7}$

7. $G_u := G_c, \text{ п.4}$

8. Конец.

Нетрудно видеть, что при такой процедуре вычисления степени достижения главной цели при полном выполнении проекта p_j должны вычисляться степени достижения

подцелей $q_i \in G^*$, где

$$G^* = \bigcup_j G_j ; \quad G_j = \bigcup_q G_{jq} ;$$

G_{jq} - множество подцелей, которые входят в q - й путь в графе иерархии подцелей, ведущий из вершины, обозначенной проектом p_j в вершину q_0 , обозначенную главной целью КЦП.

Отметим, что в общем случае в иерархиях сетевого типа $q > 1$ может существовать несколько таких путей. Это означает, что выполнение одного и того же проекта влияет на достижение нескольких подцелей. Достижение некоторой подцели влияет на достижение не одной, а нескольких подцелей. Это и порождает множество путей от одного проекта к главной цели.

Описанный алгоритм выполняется N раз, причем число повторений зависит от требуемой точности вычислений, после этого главной цели по бесконечному количеству итераций, которые определим, исходя из приемлемой точности результатов, т.е., из условия.

$$\delta(u + 1) = |I_a(u + 1) - I_a(u)| \leq E \ll 1, \quad (3)$$

где $I_a(u + 1)$, то $I_a(u)$ - значения показателя эффективности простого проекта p_a вычисленные на $(u + 1)$ - и u -й итерациях соответственно; E - приемлемое значение погрешности вычислений.

Условия устойчивости интеративного процесса, т.е. условия, при которых (3) выполняется при конечном n , определены в [2].

5.2. Оценивание относительной эффективности направлений, выполнения КЦП с учетом угроз и рисков.

В этом режиме компоненты вектора B соответствующие проектам, которые не служат моделями угроз, полагают равными нулю, а компоненты, соответствующие моделям угроз и индикаторам рисков, определяют способом, аналогичным п.5.1. После этого определяют показатели относительной эффективности каждой из целей, моделирующих направления выполнения КЦП, способом, описанным в п. 5.1. определяется математическое ожидание, значения степени достижения главной цели в момент времени t .

Следующий момент времени t_{i+1} устанавливается из таких соображений. Степень достижения главной цели в этот момент однозначно определяется степенями достижения всех подцелей, находящихся на путях от проектов, которым в векторе D_B соответствуют единицы, и мгновенными значениями их коэффициентов влияния в этот момент времени. Поскольку степени достижения всех подцелей, вычисленных в момент t_i , не изменяются на интервале

$t_i - t_{i+1}$, то степень достижения главной цели может измениться в момент t_{i+1} по сравнению с моментом t_i , только если к началу t_{i+1} хотя бы у одной подцели коэффициент влияния вместо нуля примет стационарное значение. Поэтому t_{i+1} будет определяться из выражения

$$t_{i+1} = \inf_{\tau_j \in T_i^0} (\tau_j), \text{ где } T_i^0 = \{ \tau_j \geq t_{ij} \} \text{ множество значений системных моментов времени, не}$$

меньших t_i , в которые в иерархии происходят события (выполнение проекта, завершение распространения влияния достижения подцели).

При наличии обратных связей в сети подцелей необходимо вычислять степень.

Поскольку как показано в п.2 и 3, модель угрозы - проект, а модель риска - индикатор риска, который тоже есть подцель, то режим оценивания относительной эффективности заданного множества рисков и угроз аналогичен рассмотренному режиму оценки множества проектов п. 5.1.

Так как средства противодействия рискам и угрозам - проекты, то оценивания относительной эффективности средств противодействия рискам и угрозам аналогично оцениванию проектов.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Предложен подход к поддержке принятия решений при формировании комплексных целевых программ с учетом угроз и рисков. Даны определения угрозе и риску.
2. Предложены модели угрозы и риска. Модель риска состоит из двух компонентов: фактора риска, описываемого случайным процессом, и некоторой фиктивной цели, называемой индикатором риска, единственной подцелью которой есть фактор риска. Моделью угрозы выступает проект, включаемый в иерархию целей комплексной программы, который описывается степенью и вероятностью реализации. Эти компоненты включаются в граф, описывающий иерархию целей комплексной программы, и используются для определения относительной эффективности ее проектов с учетом угроз и рисков.
3. Этапы предложенной технологии поддержки принятия решения с учетом угроз и рисков, базирующей на методе целевого динамического оценивания, проектов КЦП: построение иерархии целей КЦП, введение в нее моделей угроз и рисков и решение на этой основе следующих задач оценивания; относительной эффективности направлений выполнения КЦП с учетом угроз и рисков; относительной эффективности проектов КЦП с учетом угроз и рисков; относительной эффективности заданного множества угроз и рисков, относительной эффективности средств противодействия угрозам и рискам. Эти задачи решены при условии формирования КЦП на заданный интервал времени. Показано, что базовой для них является задача оценивания сравнительной эффективности заданного множества проектов КЦП. Предложен алгоритм решения этой задачи с учетом угроз и рисков.

Список литературы:

1. Тоценко В.Г. Оценка сравнительной эффективности проектов комплексных целевых программ и методов моделирования иерархий целей // Электронное моделирование. – 1998. – 20, №3. – С.76-90.
2. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект. – К.: Наук. Думка,- 2002. – 382 с.
3. Згуровский М.З., Коваленко И.И., Кондрак Э. Информационный подход к анализу и управлению проектами рисками. Проблемы управления и информации. – 200. - №4. – С. 148-156.
4. Грачева М.В. Анализ проектных рисков. – К.: ЗАО Финстатинформ, 1999. – 216 с.
5. Roy Decisions avec criteres multiples. Problems et methods // Metra dnt/ - 1972/ - 11, №1.- P. 121-151.
6. Руа Б. Классификация и выбор при наличии нескольких критериев (метод ЭЛЕКТРА). // Вопросы анализа и процедуры принятия решений: Сб. переводов. – М.: Мир, 1976. – С.80-100.
7. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях предпочтения и замещения / пер с англ. Под ред. И.Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
8. Меларов И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский Л.Н., Соколов В.Б. Теория выбора и принятия решений. – М.: Наука, 1982. – 328 с.
9. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. Верьяльный анализ решений. – М.: Наука, 1996 – 203 с.
10. Тоценко В.Г. Согласование и агрегация оценок экспертов с учетом их компетентности при групповом оценивании альтернатив для поддержки принятия решений. // Проблемы управления и информатики. – 2002. - № 4. – С. 128-141.
- 11.Тоценко В.Г., Циганок В.В., Качанов П.Т. Підтримка прийняття рішення щодо вибору методу експертного оцінювання // Системные исследования и информационные технологии. - №4. – С.52-61.
12. Тоценко В.Г. Метод підтримки прийняття рішень на основі цільового динамічного оцінювання альтернатив з урахуванням імовірностей їх реалізації // Реєстрація зберігання і обробка даних. – 2001. – 3, №4. – С. 102-109.