

УДК 681.322

А.Н. ЧЕРЕДНИЧЕНКО

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

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТА ДЛЯ ПАРИРОВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ

На основе структурной декомпозиции проектных работ разработаны системные модели проекта на каждой фазе жизненного цикла. Рассмотрено визуальное представление проекта при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, на основе которого проводится формализованное представление системных моделей, что позволяет автоматизировать процесс декомпозиции проекта до уровня выполнения элементарных работ.

**риски, неопределенность, управление рисками, парирование рисков, декомпозиция проекта, системные модели, элементарные работы**

### Введение

Основная концепция управления проектами направлена на управление изменениями исходного состояния любой системы, связанными с затратами времени и денег. Возможность отклонения от цели, т.е. несовпадение фактически полученного результата с намеченным в момент принятия решения, характеризуется такой категорией, как риск.

Большинство имеющихся научных источников посвящено анализу отдельно взятых проблем риска проекта, реализация которых идет в условиях социальной, политической и экономической нестабильности.

Представленные в литературе методы и модели управления проектными рисками (УПР), описанные и в «Своде знаний по управлению проектами» [1], и такими авторами, как Шапиро В.Д., Ветлинский В.В., Наконечный С.И., Альгин А.П. [4, 5, 6], в большинстве своем направлены на выявление вероятностной оценки риска, а именно, на анализ последствий его наступления.

Однако любой проект уникален и риск в управлении проектами определяется как событие, негативно влияющее на ход его выполнения [1, 3, 4]. Поэтому существующие модели и методы не могут полностью оценить риск проекта, т.к. не направлены на выявление возможных событий, негативно

влияющих на проект. В связи с этим остается целый ряд нерешенных вопросов, связанных с разработкой единой концепции УПР.

### 1. Разработка концепции управления рисками проекта

Как правило, информация, используемая в управлении проектами, не бывает стопроцентно достоверной. Отсутствие четкого понимания, какое техническое решение и на каком этапе использовать, необходимость действовать в быстро меняющейся обстановке, принимать решения в условиях неполноты информации и неопределенности, обуславливают влияние таких факторов на реализацию принятых решений по проекту. Это влечет задержку наступления запланированных событий, изменение их содержания либо вызывает нежелательное развитие событий как предвидимых, так и непредвидимых. Выход из этой ситуации возможен только в случае разработки действенной концепции УПР, т.к. управлять проектом означает обеспечить его целенаправленное поведение в изменяющихся условиях на всех фазах жизненного цикла проекта (ЖЦП). Другими словами, эффективное управление проектами невозможно без управления рисками.

Управление проектами является интегрированной областью знаний, в которой изменения в одной

области управления могут повлечь существенные отклонения в другой области. УПР связано с другими областями управления проекта, оказывает влияние на них и само подвержено изменениям в результате корректировок, вводимых в другие процессы управления проектом. Поэтому УПР не может осуществляться отдельно без взаимосвязи с другими процессами управления проектом лишь на основе определенных результатов, которые должны быть достигнуты после завершения проекта в соответствии с заключенным договором и согласованной структурой стоимости работ.

Общим механизмом, имеющим отношение ко всем областям проекта, является структурная декомпозиция работ (СДР), которая часто упоминается как WBS (от английской формулировки Work Breakdown Structure). Применение метода СДР позволяет выявить работы проекта, определить необходимые ресурсы и время потребности в них для достижения требуемых результатов проекта в течение его развития.

Основой данной методики является представление проекта как иерархической структуры декомпозиции работ, т.е. разбивка проекта на более мелкие проекты (подпроекты), взаимосвязанные друг с другом, до определения элементарных работ, под которыми следует понимать работы, выполняемые одним человеком или группой людей. На основании СДР осуществляется построение календарных планов выполнения работ, графиков финансирования, назначение ответственных исполнителей.

В СДР проект рассматривается как процесс, в результате которого входные элементы (ресурсы) превращаются в выходные (результаты проекта), что характеризует его как систему и обосновывает необходимость применения системного анализа для уточнения в определении работ.

Все методы и средства управления [1, 4] предполагают создание условий, максимально содействующих достижению поставленных целей проекта,

и оперируют информацией о проекте, на основании которой разрабатываются управляющие воздействия во всех областях знаний управления проектом в целях повышения его устойчивости к негативным событиям.

Это позволяет не только успешно спланировать и реализовать проект в рамках установленных сроков и бюджета, но и обеспечить проект устойчивостью к влиянию негативных факторов. Следовательно, совершенствование процесса УПР должно основываться на выявлении «узких мест» в планах работ, характеризующих неясность реализации проекта и неопределенность достижения требуемых результатов.

Выявление неопределенности проекта необходимо проводить на протяжении всего ЖЦП. Каждую его фазу как многоуровневую структуру необходимо обеспечить максимальной системностью и структурной взаимосвязью. Для этого проводится декомпозиция проекта сначала на макроуровне, а далее на нижнем уровне с более высокой степенью детализации [1]. Это позволяет выявить неопределенность по фазам ЖЦП на уровне выполнения проектных действий (ПД) в зависимости от выбранного варианта ресурсного обеспечения проекта и, устранить ее, снизить общий риск проекта.

Поэтому необходимо провести декомпозицию проекта по фазам ЖЦП для определения элементарного уровня работ, выявления и устранения причин возникновения возможных проектных рисков, обуславливающих срыв сроков и некачественное выполнение работ с превышением бюджета проекта.

Количество рисков, причины возникновения, характеристики и методы их снижения зависят от фазы ЖЦП. Риски максимальны в начале проекта, и их количество уменьшается к его завершению. Именно начальные фазы ЖЦП оказывают существенное влияние на экономическую эффективность проекта, в частности, результаты научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских (ОКР) работ

влияют на качество проведения работ по подготовке производства и организации производственного процесса (рис.1).

Анализируя схему влияния НИР и ОКР на результаты проекта, можно обосновать необходимость в выявлении событий неопределенности на этих фазах.

НИР и ОКР являются комплексом научной подготовки производства (НПП), выходные данные ко-

торой обуславливают проектные риски на последующих фазах ЖЦП. Поэтому более детальное описание проектных работ, определение входных данных и ответственных исполнителей за выполнение работ на элементарном уровне декомпозиции проекта направлены на выявление неопределенности при планировании проектных работ и ее устранение для минимизации проектного риска.

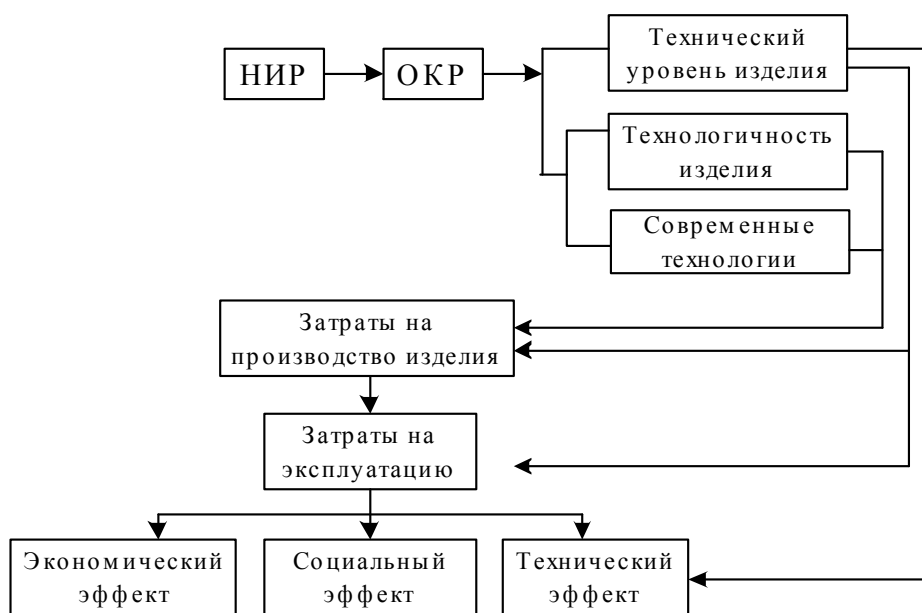


Рис. 1. Влияние результатов НИР и ОКР на проект

## 2. Построение системных моделей

В данной работе автор основывается на терминологии, заданной и используемой при декомпозиции метасистем в работе [2]. Методология создания метасистем предусматривает определенную логику и последовательность ПД, что позволяет получить структуру ЖЦП до уровня работ, а также формализовать процесс декомпозиции и построения системных моделей ПД.

Визуализация процесса структуризации проекта на каждой фазе ЖЦП иллюстрируется системной моделью ПД, представленной на рис. 2, где  $Y_k, k = \overline{1, n}$  - элементарные работы (ПД),  $h$  - задачи,

$j$  - этапы,  $m$  - стадии,  $i$  - фаза ЖЦП.

Фаза ЖЦП подразделяется на стадии, этапы, задачи и работы в строгой логической последовательности и взаимосвязи. Каждое ПД обеспечивается показателями необходимого ресурсного обеспечения для выполнения работ. Результатом работ, ПД, являются проектные решения (ПР). Таким образом, ПД задаются от “первого” до “последнего” в соответствии с определенной последовательностью выполнения работ и требуемыми ресурсами для их реализации. Результаты одной стадии зависят от результатов каждого этапа, которые, в свою очередь, определяются совокупностью последователь-

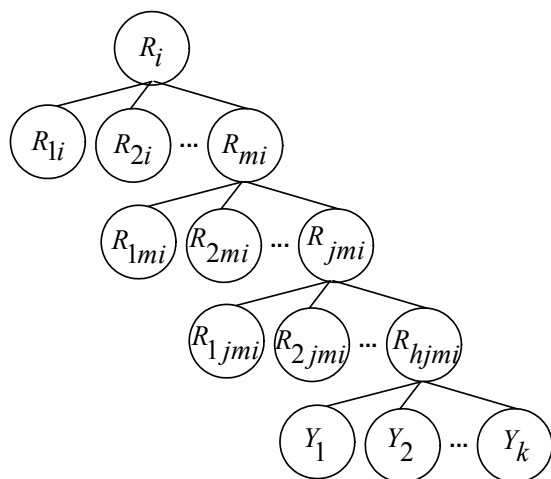


Рис. 2. Структуризация проекта на фазе ЖЦП

ных действий – элементарных работ, каждая из которых задается ресурсным обеспечением, формирующих ПР. Каждое ПР зависит от предыдущего, а их совокупность задается в строгой логической последовательности решения задач “слева - направо” на каждом этапе. Задачи характеризуют различные группы свойств ПР, что позволяет провести их классификацию по стратам аналогично классификации при построении морфологического куба ПД. Весь комплекс ПР организуют в такой последовательности страт: целевая (Ц), функциональная (Ф), структурная (С), инфологическая (И), алгоритм функционирования (Аф). Для сложных систем эта последовательность страт является закономерностью [2].

Таким образом, ресурсное обеспечение проекта определяет входные данные элементарных работ, от которых зависит результат (выходные данные) ПР по этапам, а его выходные данные определяют качество работ по стадиям, а далее по фазам ЖЦП. Совокупности ПД и ПР по стратам для каждой фазы ЖЦП различны, т.е. выявление неопределенности по фазам на основе декомпозиции работ проекта по уровням в виде СМ ПД и сведение ее к нулю позволяет минимизировать вероятность рисков события и уменьшить риск проекта.

Построение СМ ПД в данной работе осуществляется по уровням декомпозиции ЖЦП - по фазам, стадиям, этапам, задачам. Графическое представление задается следующими осями: вертикальная координата, ось Z, составляет уровни декомпозиции проекта по фазам ЖЦП; горизонтальная составляющая, ось X, – по стадиям; ось Y – по этапам; горизонтальная ось X1 – ПР по стратам. Для фаз НИР и ОКР построение СМ ПР основывается на последовательности стадий, этапов и перечне работ, заданных в стандартах.

Порядок проведения НИР определен ДСТУ 3973-2000 [7]. Основой для проведения НИР является утвержденное техническое задание (ТЗ) на НИР, разрабатываемое в соответствии с ГОСТ 15.001-88. В зависимости от специфики НИР в ТЗ определяются этапы выполнения работ. На рис. 3 иллюстрируется СМ ПД НИР, где по оси X отражаются ПД на фазе НИР по стадиям, состоящим из этапов выполнения работ. Эффективность этапов определяется достижением требуемых результатов.

Построение системной модели ПД на фазе НИР направлено на формализацию процесса парирования проектного риска на основе формализованного описания СМ с помощью языка РССМ.

В [9] представлена СМ нового изделия с учетом всех фаз ЖЦП по уровням декомпозиции метасистемы в РССМ. На ее основании в данной работе проводится декомпозиция ЖЦП изготовления изделия на фазе НИР в базисе ПД и в базисе ПР для построения модели парирования проектных рисков.

СМ НИР по стадиям выразится так:

$$R_{НИР} = R_{ТЗ_{НИР}} R_{НИ_{НИР}} R_{ТЭИ_{НИР}} R_{ОД_{НИР}} R_{ПР_{НИР}}, \quad (1)$$

а каждая стадия разделится на этапы. Тогда СМ НИР по стадиям будет представлена СМ по этапам:

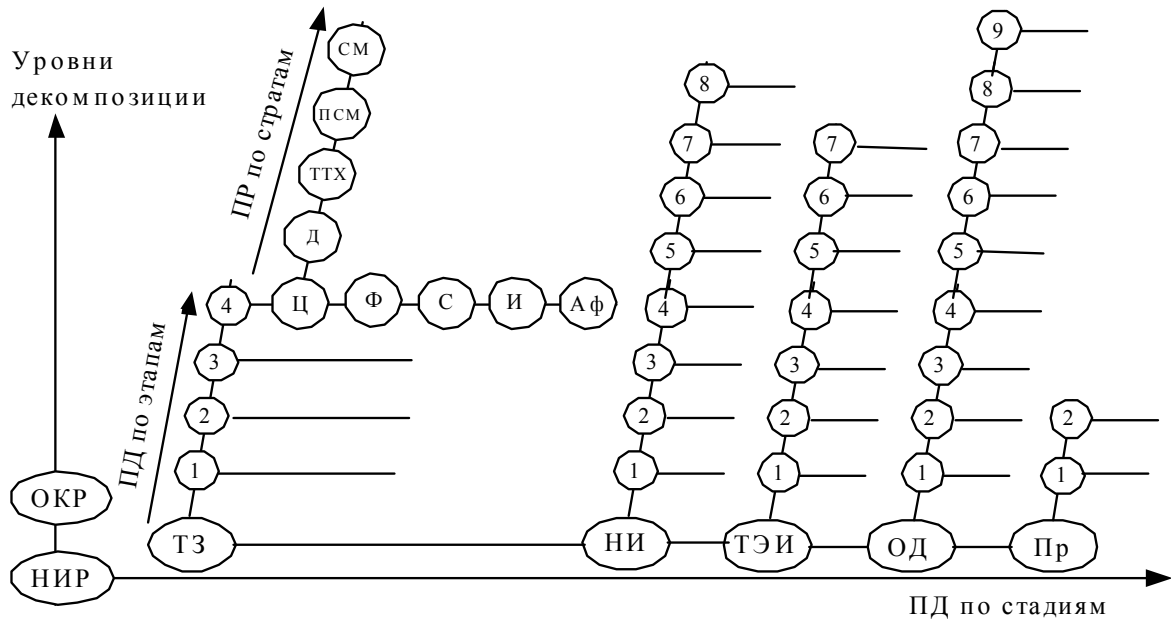


Рис. 3. СМ ПД на фазе НИР

$$\begin{aligned}
 R_{ТЗНИР} &= R_{ТЗ(1)}R_{ТЗ(2)}R_{ТЗ(3)}R_{ТЗ(4)}; \\
 R_{НИНИР} &= R_{НИ(1)}R_{НИ(2)}R_{НИ(3)}R_{НИ(4)}R_{НИ(5)} \times \\
 &\quad \times R_{НИ(6)}R_{НИ(7)}R_{НИ(8)}; \\
 R_{ТЭИНИР} &= R_{ТЭИ(1)}R_{ТЭИ(2)}R_{ТЭИ(3)}R_{ТЭИ(4)} \times \\
 &\quad \times R_{ТЭИ(5)}R_{ТЭИ(6)}R_{ТЭИ(7)}; \\
 R_{ОДНИР} &= R_{ОД(1)}R_{ОД(2)}R_{ОД(3)}R_{ОД(4)}R_{ОД(5)} \times \\
 &\quad \times R_{ОД(6)}R_{ОД(7)НИР}R_{ОД(8)НИР}R_{ОД(9)НИР}; \\
 R_{ПрНИР} &= R_{Пр(1)}R_{Пр(2)}.
 \end{aligned} \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1) получаем СМ НИР по этапам выполнения работ:

$$\begin{aligned}
 R_{НИР} &= R_{ТЗ(1)}R_{ТЗ(2)}R_{ТЗ(3)}R_{ТЗ(4)}R_{НИ(1)} \times \\
 &\quad \times R_{НИ(2)}R_{НИ(3)}R_{НИ(4)}R_{НИ(5)}R_{НИ(6)} \times \\
 &\quad \times R_{НИ(7)}R_{НИ(8)}R_{ТЭИ(1)}R_{ТЭИ(2)} \times \\
 &\quad \times R_{ТЭИ(3)}R_{ТЭИ(4)}R_{ТЭИ(5)}R_{ТЭИ(6)} \times \\
 &\quad \times R_{ТЭИ(7)}R_{ОД(1)}R_{ОД(2)}R_{ОД(3)}R_{ОД(4)} \times \\
 &\quad \times R_{ОД(5)}R_{ОД(6)}R_{ОД(7)НИР}R_{ОД(8)НИР} \times \\
 &\quad \times R_{ОД(9)НИР}R_{Пр(1)}R_{Пр(2)}.
 \end{aligned} \quad (3)$$

В свою очередь, каждый этап задается задачами, которые на элементарном уровне декомпозиции являются совокупностью работ:

$$R_{hjmi} = f(Y_1, Y_2, \dots, Y_k, \dots, Y_{khjmi}), k = \overline{1, n}, \quad (4)$$

где  $Y_{khjmi}$  - ПД  $h$ -й задачи  $j$ -го этапа  $m$ -й стадии  $i$ -й фазы ЖЦП.

Следует отметить, что для выполнения всей совокупности ПД по уровням структуризации проекта требуется выполнение одних и тех же элементарных работ, т.е. тождественных работ. Поэтому во избежание повторений ряда действий проводится свертка СМ ПД по операторам  $Y_{khjmi}$  методом синтеза минимизированного обобщенного алгоритма [10], на основе которого минимизируется количество повторений частных операторов РССМ, а ПД объединяются в обобщенные алгоритмы по задачам, этапам, стадиям, фазам ЖЦП.

Допустим, что стадия разработки ТЗ на НИР задается совокупностью ПД:

$$\begin{aligned}
 R_{ТЗ(1)НИР} &= Y_1Y_2Y_4Y_5; \\
 R_{ТЗ(2)НИР} &= Y_1Y_2Y_3Y_5Y_6; \\
 R_{ТЗ(3)НИР} &= Y_1Y_2Y_4Y_6; \\
 R_{ТЗ(4)НИР} &= Y_1Y_2Y_3Y_4Y_5Y_6.
 \end{aligned} \quad (5)$$

Тогда в РССМ обобщенный алгоритм ПД стадии разработки ТЗ на НИР выразится так:

$$\begin{aligned}
 R_{ТЗНИР} &= Y_1Y_2 (Y_4 (Y_5 \cup Y_6)^{\alpha_2} \cup \\
 &\quad \cup Y_3 (Y_5Y_6 \cup Y_4Y_5Y_6)^{\alpha_3\alpha_1} )^{\alpha_1} \cup \\
 &\quad \cup Y_3 (Y_5Y_6 \cup Y_4Y_5Y_6)^{\alpha_3}.
 \end{aligned}$$

Следовательно, в языке РСММ СМ ПД исследуемой фазы ЖЦП на самом элементарном уровне запишется выражением

$$R_i = (R_{khjmi}, e, \emptyset, \dot{y}, \hat{y}), \quad (6)$$

где  $R_{khjmi}$  -  $k$ -е ПД  $h$ -й задачи  $j$ -го этапа  $m$ -й стадии  $i$ -й фазы ЖЦП;  $\dot{y}, \hat{y}$  - базовые операции РСММ умножения и конъюнкции операторов.

Таким образом, проводится построение обобщенной СМ ПД на фазе НИР, которая позволит провести структуризацию проекта до элементарного уровня и автоматизировать процессное обследование работ для оптимальной их организации во времени.

Однако качество выполнения работ проекта определяется ПР по стратам, т.е. на любом уровне декомпозиции СМ проекта формируется в базисе ПР. Так СМ первого этапа стадии разработки ТЗ на НИР в базисе ПР, представленная ПД (6), запишется в виде

$$R_{ТЗ(1)_{НИР}} = R_{цТЗ(1)} R_{фТЗ(1)} R_{сТЗ(1)} R_{инТЗ(1)} R_{афТЗ(1)}, \quad (7)$$

где  $R_{цТЗ(1)}, R_{фТЗ(1)}, R_{сТЗ(1)}, R_{инТЗ(1)}, R_{афТЗ(1)}$  - ПР, сгруппированные по стратам: целевая ( $ц$ ), функциональная ( $ф$ ), структурная ( $с$ ), инфологическая ( $ин$ ), алгоритм функционирования ( $аф$ ).

Аналогично проводится представление проекта в базисе ПР на каждом уровне структуризации. В данном случае СМ в базисе страт ПР:

$$R_i = (R_{shjmi}, e, \emptyset, \dot{y}, \hat{y}), \quad (8)$$

где  $R_{shjmi}$  - ПР по  $s$ -й страте задачи  $h$   $j$ -го этапа  $m$ -й стадии  $i$ -й фазы ЖЦП.

Необходимость исследования СМ ПД компьютерным способом ставит задачу формализованного описания работ в базисе ресурсного обеспечения проекта. Для этого каждый оператор  $Y_k$  задается операторами  $C_l$ , совокупность которых в процессе формализации СМ ПД выполняется в виде системы

управления базой данных (СУБД), т.е.  $C_l, l = \overline{1, n}$ .

Это позволяет оперативно модифицировать информацию об обеспеченности работ проекта ресурсами.

Тогда любое ПД запишется выражением

$$Y_{khjmi} = f(C_1, C_2, \dots, C_l, \dots, C_{l_{khjmi}}), \quad (9)$$

где  $C_{l_{khjmi}}$  -  $l$ -й ресурс  $k$ -го ПД  $h$ -й задачи  $j$ -го этапа  $m$ -й стадии  $i$ -й фазы ЖЦП.

На основании (9) проводится формальное представление каждого ПД в базисе ресурсного обеспечения.

Таким образом, подстановкой в (1) выражений (6), (8), (9) формируется СМ фазы НИР в базисе работ, в базисе ПР и в базисе ресурсного обеспечения проекта в зависимости от этапа парирования проектных рисков.

После завершения НИР с положительными результатами экономического анализа проект переходит на фазу ОКР – создание комплекта конструкторской (КД) и технологической (ТД) документации для производства. Основные стадии и этапы работ ОКР отражены в ДСТУ 3974-2000 [8]. Для каждой из перечисленных стадий ОКР в ДСТУ определен перечень работ.

В свою очередь, стадии разработки технического предложения, эскизного и технического проекта регламентируются стандартами, в которых определены основные требования, перечень и порядок проведения работ. Так, например, ГОСТ 2.118-73 регламентирует порядок разработки технического предложения. Аналогично согласно ГОСТу уточняется список основных работ для эскизного и технического проекта.

После определения стадий, этапов и перечня работ на этапах, как и при построении СМ ПД НИР, формируется СМ ПД ОКР, которая в общем виде, без уточнения работ при эскизном и техническом проектировании, представлена на рис. 4.

Построение СМ ПД ОКР, как и на фазе НИР, направлено на формализацию процесса парирования

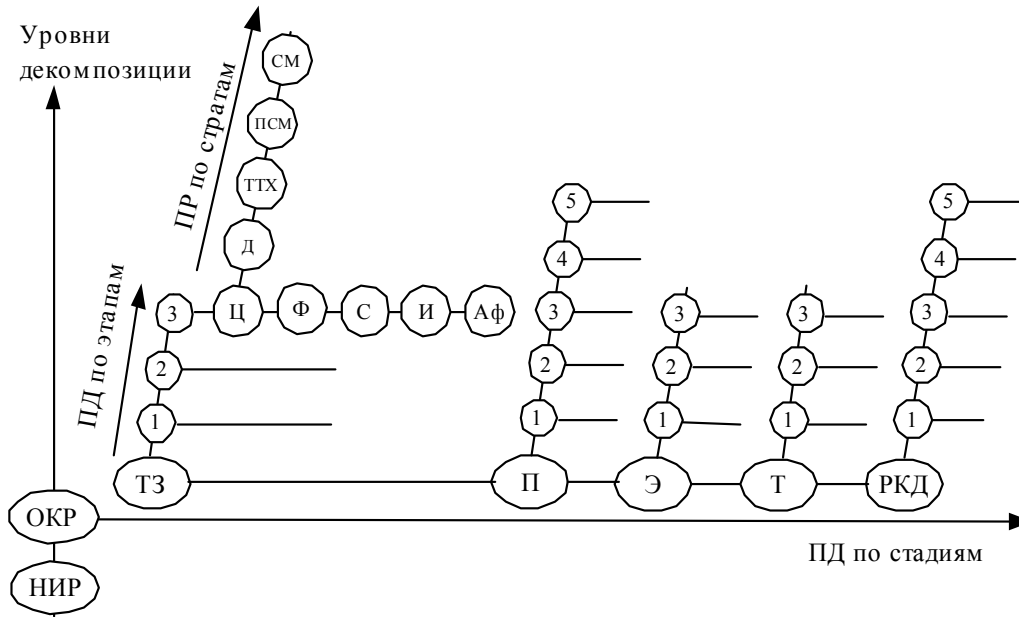


Рис. 4. СМ ПД на фазе ОКР

проектного риска на основе формализованного описания СМ с помощью языка РССМ.

Структуризация проекта на фазе ОКР проводится путем построения СМ по задачам, этапам и стадиям в базисе ПД и в базисе ПР.

СМ ОКР по стадиям запишется так:

$$R_{ОКР} = R_{ТЗ_{ОКР}} R_{П_{ОКР}} R_{Э_{ОКР}} R_{Т_{ОКР}} R_{РКД_{ОКР}}. \quad (10)$$

Каждая стадия разделяется на этапы, что позволяет фазу ОКР на каждой стадии представить совокупность СМ этапов:

$$\begin{aligned} R_{ТЗ_{ОКР}} &= R_{ТЗ(1)} R_{ТЗ(2)} R_{ТЗ(3)}; \\ R_{П_{ОКР}} &= R_{П(1)} R_{П(2)} R_{П(3)} R_{П(4)} R_{П(5)}; \\ R_{Э_{ОКР}} &= R_{Э(1)} R_{Э(2)} R_{Э(3)}; \\ R_{Т_{ОКР}} &= R_{Т(1)} R_{Т(2)} R_{Т(3)}; \\ R_{РКД_{ОКР}} &= R_{РКД(1)} R_{РКД(2)} R_{РКД(3)} R_{РКД(4)} R_{РКД(5)}. \end{aligned} \quad (11)$$

Подставляя (11) в (10), получаем СМ ОКР по этапам выполнения работ.

На элементарном уровне работы группируются по задачам, т.е. проект на фазе ОКР в базисе ПД опишется совокупностью работ:

$$R_{hjmi} = f(Y_1, Y_2, \dots, Y_k, \dots, Y_{khjmi}), k = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Аналогично формальному представлению СМ фазы НИР во избежание повторений ряда работ следует провести свертку тождественных ПД с помощью метода синтеза минимизированного обобщенного алгоритма [10]. Таким образом, исключая повторения частных операторов  $Y_{khjmi}$ , можно построить обобщенный алгоритм ПД фазы ОКР по задачам, этапам, стадиям.

Выполнение ПД определяет ПР на каждом уровне структуризации проекта, совокупность которых распределяется по стратам. В данном случае СМ ПД в базисе страт ПР:

$$R_i = (R_{shjmi}, e, \emptyset, \dot{y}, \hat{y}).$$

Формализованное описание работ в базисе ресурсного обеспечения проекта позволяет каждому оператору  $Y_k$  сопоставить оператор  $C_l, l = \overline{1, n}$ , что дает возможность оперативно модифицировать информацию об обеспеченности работ проекта ресурсами:

$$Y_{khjmi} = f(C_1, C_2, \dots, C_l, \dots, C_{l_{khjmi}}),$$

где  $C_{lkhjmi}$  -  $l$ -й ресурс  $k$ -й ПД  $h$ -й задачі  $j$ -го етапу  $m$ -й стадії  $i$ -й фази ЖЦП.

Таким образом, формируется СМ ПД ОКР в базе работ, в базе ПР и в базе ресурсного обеспечения проекта.

Полученное формальное представление СМ на фазах НИР и ОКР позволяет компьютерным способом рассматривать различные варианты ресурсного обеспечения и его влияние на результаты ПД достижения поставленных целей путем минимизации рассогласований между ожидаемыми и требуемыми результатами работ по уровням декомпозиции проекта.

### Заключение

Построение СМ ПД направлено на обеспечение взаимосвязи процессов управления проектом, т.к. на элементарном уровне декомпозиции проект может описываться ресурсами, материально-техническим обеспечением, временем, исполнителями (персоналом) и т.д., определяющимися в зависимости от вида, сложности и специфики каждой работы.

Построение СМ позволяет также разрабатывать управляющие воздействия для парирования проектных рисков, направленные на улучшение условий реализации проекта.

### Литература

1. A Guide to the Project Management. Body of knowledge, PMI, 1999.

2. Илюшко В.М. Методы и модели информационной технологии проектирования метасистем: Дис. д-ра техн. наук: 05.13.06. – Х., 1998. - 451с.

3. Морозов Д. Основные принципы управления проектными рисками // Управление риском. - 1999. - № 1. - С. 13-21.

4. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление проектами: Справочное пособие. – М.: Высш. шк., 2001. – 875 с.

5. Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни. – М.: Мысль, 1989. - 188 с.

6. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. – К.: Борисфен-М, 1996. - 336 с.

7. ДСТУ 3973-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення. Введ. 27.11.2000. - К.: Держстандарт, 2001. – 48 с.

8. ДСТУ 3974-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення. Введ. 27.11.2000. - К.: Держстандарт, 2001. – 34 с.

9. Дружинин Е.А., Луханин М.И., Горлов Д.А. Формализованное представление процессов в сложных социотехнических системах // Технология приборостроения. – 2001. – №1-2. – С. 168-174.

10. Илюшко В.М. Метод синтеза минимизированного обобщенного алгоритма // Proceeding sixth international conference "New Leading - adage technologies in machine building" -Rybachie, Ukraine. – 1997. – P. 381-386.

*Поступила в редакцію 18.12.03*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., акад. Академии высшей школы Украины И.А. Фурман, Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства, г. Харьков