

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ ПРОЕКТОВ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

С.Б. Путин, П.Ю. Путин

ОАО «Корпорация «Росхимзащита», г. Тамбов

Рецензент В.Г. Матвейкин

Ключевые слова и фразы: жизненный цикл; показатель инновационности; поток проектов; принцип коррекции; принцип наследования; теория и принципы управления; управление последовательностью проектов.

Аннотация: Рассматриваются подходы к разработке теории и принципов управления последовательностью проектов по разработке новых промышленных образцов и изделий. Вводятся показатель инновационности проекта, принципы наследования и коррекции, используемые для управления последовательностью проектов наукоемких объектов. Основой для постановки задачи явилась необходимость решения комплекса конкретных прикладных задач управления по модернизации, модификации и разработки новых изделий, относящихся к группе средств защиты органов дыхания индивидуального и коллективного типов. Предлагаемые в работе подходы направлены на решение сложных задач управления потоком проектов, позволяющие оптимизировать временные и ресурсные требования как одного проекта, так и всего потока в целом, учитывая и сохраняя при этом инновационные и заданные качественные характеристики изделий.

Обозначения: A – объединенный вектор прогнозируемых параметров; C – управления (техническая документация, стандарты, корректирующие задания); $C_{вз}$ – коэффициент уверенности в достоверности информации о возможности выполнения заказа; $C_{зак}$ – коэффициент уверенности в достоверности информация о заказе партии усовершенствованного средства защиты; $C_{тв}$ – коэффициент уверенности выбора варианта решения $L_{тв}$; C_v – коэффициент уверенности выбора варианта решения L_v ; $C_{\Delta t}$ – коэффициент уверенности; C_{μ} – весовой ко-

Путин С.Б. – кандидат технических наук, первый заместитель директора, заместитель директора по науке ОАО «Корпорация «Росхимзащита»; Путин П.Ю. – инженер I категории ОАО «Корпорация «Росхимзащита», г. Тамбов.

эффициент; G – необходимые затраты; G_{jis} – ограничения на выполнения работ; H_{ji} – множество состояний функционирования; H_{sv} – множество состояний функционирования вариантов; I – входы (информация, получаемая в результате выполнения предыдущих стадий проектирования); J_B – информация о предстоящих выставках; J_{B3} – информация о возможности выполнения заказа; J_{BO} – информация о внешнем окружении (состоянии рынка, продукции конкурентов и т.п.); J_{BP} – информация о возможностях предприятия для усовершенствования средств защиты; J_{zak} – информация о заказе партии усовершенствованного средства защиты; J_{jis} – информация; J_{δ} – множество номеров проекта; $J_{ji-1}(ГХ,Р)$ – информация о прототипе; L_B – оператор проверки достоверности информации о предстоящих выставках; L_{TB} – оператор выборки варианта решения о текущих выставках; L_v – оператор выборки варианта решения; n_T – число проектов выполненных на временном интервале; N_{ji} – показатель инновационности; n_p – число временных отрезков; q_{jis} – критерий сравнения вариантов; Q – критерии и методы, используемые для принятия решения; r – результат решения (оптимальный вариант, оценка риска, достигнутые показатели); R – имеющиеся ресурсы (кадровые, оборудование); $sv^{(*)}$ – номера принятых оптимальных вариантов на стадиях; s – стадия; S – эксперты и лицо, принимающее решение; $t_{3п}$ – время запуска проекта; t_k – время конца интервала запуска проекта; t_n – время начала интервала запуска проекта; t_{bi} – время открьтия; t_{ji} – момент времени запуска проекта; t^k – время выполнения заказа; t_i^k – планируемый срок завершения проекта; T_B – массив сроков проведения выставок; $T_{3п}$ – временной интервал запуска проекта; T_j – интервал наблюдения; u – число стадий жизненного цикла проекта; V – множество вариантов решения; V_{jis} – множество альтернативных вариантов разрабатываемого проекта; $V(G_{jis}/J_{jis})$ – подмножество вариантов; V_{jis}^H – подмножество наследуемых вариантов; $V_{ji}^{HH}(S_x)$ – множество альтернативных вариантов; v^* – оптимальный вариант; v_3 – запустить проект; v_0 – отклонить предложение; $v_{п}$ – запустить проект на условиях стратегического пространства; v_y – отложить запуск для уточнения информации на время; v_v – вари-

анты; $v^*(t_{Bi})$ – вариант запуска проекта для показа макета опытного образца изделия на выставке; $\Delta_{ji\mu}$ – изменение (совершенствование); $\Delta t_p(T_j)$ – средняя продолжительность выполнения одного проекта; $\overline{\Delta t^*}$ – предпочтительный временной интервал для запуска проекта; $\delta_p t(T_j)$ – средняя степень перекрытия проекта.

Аббревиатуры: БД – база данных; ЖЦ – жизненный цикл; З – задел; ЗЗП – задача запуска проекта; ЗПТХ – задача прогнозирования изменения технических характеристик; ЗУПр – задача управления проектом; ИВ – информационные возможности; К – конструкция аппарата; М – механизмы и ресурсы (технические средства проектирования, персонал); M_j – базовая модель; О – выходы (множество вариантов с их описанием, ключевые компоненты проекта); P_j – последовательность проектов; ПД – принцип действия; ПЗ – объем партии заказа; PrM_{ji} – модель процесса проектирования; R_d – риск; СЗ – средства защиты; ТХ – тактико-технические характеристики; Φ – условия финансирования; $\Delta ИВ_k$ – интервальная оценка информационных возможностей изделий конкурирующих фирм; $\Delta ИВ^M$ – максимально возможное улучшение информационных возможностей; ΔK_k – интервальная оценка конструкции изделий конкурирующих фирм; ΔK^M – максимально возможное улучшение конструкции; $\Delta ПД_k$ – интервальная оценка принципа действия изделий конкурирующих фирм; $\Delta ПД^M$ – максимально возможное улучшение принципа действия; $\Delta ТХ$ – необходимые изменения технических характеристик; $\Delta ТХ_k$ – интервальная оценка тактико-технических характеристик изделий конкурирующих фирм; $\Delta ТХ^M$ – максимально возможное улучшение тактико-технических характеристик.

Важной задачей инновационного предприятия, разрабатывающего средства защиты человека, является постоянное совершенствование наиболее перспективных образцов изделий. Необходимость совершенствования (модернизации) обуславливается как внешними (конкурентная среда, возрастающие требования заказчиков), так и внутренними (результаты выполняемых научно-исследовательских работ, организационные изменения) факторами. В СЗ протекают сложные физико-химические и биологические процессы с участием живых организмов, это накладывает дополнительные ограничения к надежности выполняемых функций и нормам риска [1].

В связи с переходом к рыночным отношениям, вхождением в мировое экономическое сообщество ужесточается борьба конкурирующих фирм за рынки сбыта. В корне изменились методики и концепция обоснования экономической эффективности при разработке новой продукции, модернизации производства.

Учитывая постоянно возникающую потребность в модернизации и создании новых образцов СЗ, задачи принятия проектных решений и управления проектами приходится решать постоянно. Поэтому проблема качественного проектирования СЗ является востребованной и актуальной.

Будем полагать, что все варианты СЗ заданного j -го типа характеризуются базовой моделью M_j , основу которой составляют описание принципа действия, конструкции аппарата, информационных возможностей и тактико-технических характеристик, т. е.

$$M_j = (\text{ПД}_j, \text{К}_j, \text{ИВ}_j, \text{ТХ}_j).$$

Модель i -й модификации СЗ j -го типа будем называть частной и обозначать $M_{ji}(\text{ПД}_{ji}, \text{К}_{ji}, \text{ИВ}_{ji}, \text{ТХ}_{ji})$. В дальнейшем для сокращения записи при обозначении СЗ j -го типа и i -й модификации объекта j -го типа будут соответственно использоваться M_j и M_{ji} .

Проект, связанный с i -й модернизацией (усовершенствованием) СЗ M_j , обозначим $\text{Пр}M_{ji}$ или $\text{Пр}M_{ji}(t_{ji})$, здесь t_{ji} – момент времени запуска проекта $\text{Пр}M_{ji}$. Очевидно, для всех j и i имеет место $t_{j-1} < t_{ji}$. В последующем при рассмотрении последовательности модернизаций объектов одного типа индекс j у времени t_{ji} будет опускаться.

Определение 1. Последовательность модернизаций СЗ j -го типа, характеризуемого моделью M_j , будем называть однородным потоком проектов и обозначать Π_j . Последовательность проектов Π_j можно записать в виде

$$\Pi_j = (\text{Пр}M_j(t_0 + \Delta t_0), \text{Пр}M_j(t_1 + \Delta t_1), \dots, \text{Пр}M_j(t_i + \Delta t_i), \dots), \quad (1)$$

$$t_0 < t_1 < \dots < t_i < \dots,$$

где $\Delta t_i, i = 0, 1, 2, \dots$ – продолжительность выполнения i -го проекта.

Определение 2. Поток проектов (1) называется неперекрывающимся, если выполняются условия

$$t_{i-1} + \Delta t_{i-1} < t_i, \quad i = 0, 1, 2, \dots, \quad (2)$$

и поток называется перекрывающимся, если для отдельных проектов имеет место

$$t_{i-1} + \Delta t_{i-1} > t_i. \quad (3)$$

Количественным показателем неперекрывающегося потока Π_j является средняя продолжительность выполнения одного проекта для интервала наблюдения T_j , т.е.

$$\Delta t_{\Pi}(T_j) = \frac{1}{n_T} \sum_{i=0}^{n_T} \Delta t_i, \quad (4)$$

здесь n_T – число проектов, выполненных на временном интервале T .

Если поток Π_j перекрывающийся, то для него дополнительно оценивается средняя степень перекрытия проектов

$$\delta_{nT}(T_j) = \frac{1}{n_T} \sum_{i \in J_\delta} (t_{i-1} + \Delta t_{i-1} - t_i), \quad (5)$$

где J_δ – множество номеров проектов, для которых выполняется условие (3).

Показатель, характеризующий инновационность i -й модификации СЗ в проекте ПрМ $_{ji}$, определяется на основе сопоставления частных моделей M_{ji-1} и M_{ji} , т.е.

$$M_{jv} = (\text{ПД}_{jv}, \text{К}_{jv}, \text{ИВ}_{jv}, \text{ТХ}_{jv}), \quad v = i-1, i. \quad (6)$$

Показатель инновационности для ПрМ $_{ji}$ определяется по формуле

$$N_{ji} = \sum_{\mu \in J_M} C_\mu \Delta_{j\mu}, \quad (7)$$

где C_μ – весовой коэффициент μ -го компонента модели (6); $\Delta_{j\mu}$ – изменение (совершенствование) μ -го компонента в проекте ПрМ $_{ji}$, т.е.

$$\begin{aligned} \Delta_{j\mu} &\in \{ \Delta \text{ПД}_{ji}, \Delta \text{К}_{ji}, \Delta \text{ИВ}_{ji}, \Delta \text{Т}_{ji} \}, \\ \Delta \text{ПД}_{ji} &= \text{ПД}_{ji} - \text{ПД}_{j(i-1)}, \quad \Delta \text{К}_{ji} = \text{К}_{ji} - \text{К}_{j(i-1)}, \\ \Delta \text{ИВ}_{ji} &= \text{ИВ}_{ji} - \text{ИВ}_{j(i-1)}, \quad \Delta \text{Т}_{ji} = \text{Т}_{ji} - \text{Т}_{j(i-1)}. \end{aligned}$$

Жизненный цикл проекта ПрМ $_{ji}$ включает ряд стадий, определяемых спецификой объекта [3]. Задача принятия проектного решения применительно к s -й стадии в общем случае формулируется следующим образом.

Формируется множество альтернативных вариантов $V_{jis} = \{v_v, v=1, \overline{l}\}_{jis}$ разрабатываемого объекта применительно к s -й стадии; вводятся множества состояний функционирования вариантов $H_{sv}, v=1, \overline{l}$; критерии сравнения вариантов $q_{jis} = (q_1, \dots, q_m)_{jis}$; информация J_{jis} о вариантах $v_v \in V_{jis}$ и ограничения $G_{jis} = (g_1, \dots, g_k)_{jis}$ на выполнение работ на s -й стадии.

Требуется с использованием модели M_{ji} оценить значения критериев $q_{jis}(V_v / H_{sv}, J_{jis}), V=1, \overline{l}$, выделить подмножество вариантов $V(G_{jis} / J_{jis}) \subset V_{jis}$, удовлетворяющих ограничениям G_{jis} , и определить оптимальный вариант $v^* \in V(G_{jis} / J_{jis})$. Сокращенно данную задачу запишем в виде

$$v_{jis}^* = \arg \text{extr}_{v_v} \{ q_{jis}(v_v / H_{sv}, J_{jis}), \quad v=1, \dots, \overline{l} \}, \quad (8)$$

$$v_{jis}^* \in V(G_{jis} / J_{jis}). \quad (9)$$

Выполняемые операции задачи (8), (9) проходят две фазы (этапа) – фазу «Действие» и фазу непосредственно «Принятие решения» (рис. 1). В соответствии с требованиями описания функциональных моделей в формате IDEFO здесь приняты следующие обозначения: I – входы (информация, получаемая в результате выполнения предыдущих стадий проектирования); C – управления (техническая документация, стандарты, корректирующие задания); M – механизмы и ресурсы (технические средства проектирования, персонал); O – выходы (множество вариантов с их описанием, ключевые компоненты проекта); Q – критерии и методы, используемые для принятия решения; S – эксперты и лицо, принимающее решение; r – результат решения (оптимальный вариант, оценка риска, достигнутые показатели) [1, 3].

Необходимо отметить, что блок «Действие» для s -й стадии может быть связан с одной или несколькими компонентами модели (6), т.е. совершенствованием или разработкой нового принципа действия, модернизацией конструкции и информационных возможностей. Поэтому значения I , C , M для разных стадий существенно различаются.

В задачу блока «Принятие решения» входит не только определение оптимального варианта v^* , но и выделение подмножества вариантов, описание которых необходимо сохранить в базе данных. Это может потребоваться как при выполнении одного проекта, если вариант v^* на последующих стадиях не будет удовлетворять задаваемым ограничениям, так и при выполнении следующих проектов для данного объекта. Данное положение сформулируем как первый принцип наследования.

Принцип наследования 1. При формировании множества альтернативных вариантов V_{jis} на s -й стадии в него включаются варианты подмножества $V_{j(i-1)s}^H$, сохраненные при выполнении предшествующего $(i-1)$ проекта для этого же объекта, а при работах на s -й стадии выделяется под-

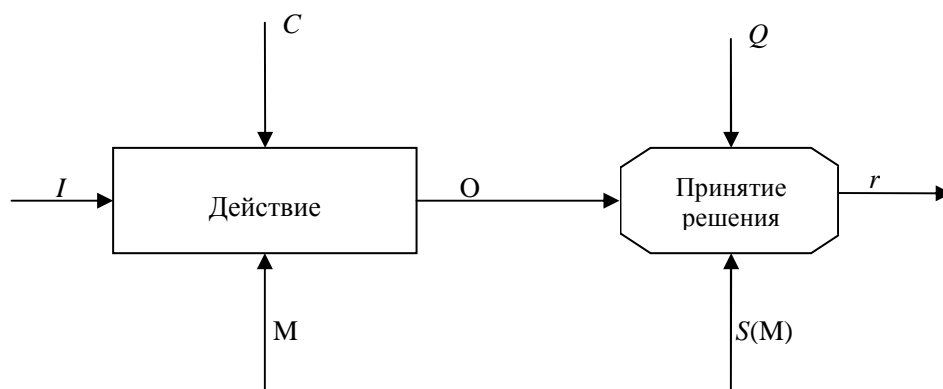


Рис. 1. Схема модели операций в задаче принятия решения на одной стадии ЖЦ проекта

множество $V_{jis}^H \subset V_{jis}$ для использования в последующих проектах. Подмножества $V_{j(i-1)s}^H, V_{jis}^H$ назовем наследуемыми на s -й стадии.

Таким образом, в результате выполнения s -й стадии определяется оптимальный вариант v^* и формируется подмножество наследуемых вариантов V_{jis}^H для использования в последующих проектах.

Другим важным принципом при управлении проектами является принцип интегрированного наследования, который в отличие от принципа наследования для s -й стадии относится одновременно к работам на нескольких стадиях. Данный принцип формулируется следующим образом.

Принцип наследования 2. Пусть $V_{ji-1}^{HH}(S_x)$ подмножество вариантов проектных решений, охватывающих s_x -стадий, $x \in \{ПД; К; ИВ\}$, которые сохранены для использования в последующих проектах, тогда данное подмножество включается в множество альтернативных вариантов $V_{ji}^{HH}(s_x)$ при выполнении i -го проекта для j -го объекта, а в результате выполнения последнего проекта выделяется подмножество $V_{ji}^{HH}(s_x) \subset V_{ji}^H(s_x)$.

Формально решение v_{ji}^* задачи управления проектом ПрМ_{ji} (ЗУПр М_{ji}) может быть записано в виде кортежа

$$v_{ji}^* = \langle v_{ji1}^*, v_{ji2}^*, \dots, v_{jiu}^* \rangle, \quad (10)$$

где u – число стадий ЖЦ проекта.

Однако в таком виде решение не учитывает важных особенностей ЗУПр М_{ji}. К этим особенностям относятся следующие. Во-первых, проектирование объекта М_{ji} обычно представляет собой модернизацию средства М_{j(i-1)}. Во-вторых, дополнительно к частным ограничениям на стадиях $G_{jis}, s=1, u$ добавляются ограничения общего характера (время выполнения всего проекта, затраты на проект, допустимый риск и др.). В-третьих, рассматриваемая задача может предполагать выполнение не всех стадий ЖЦ проекта, а лишь некоторых, связанных с изменениями в СЗ по сравнению с М_{j(i-1)}. В-четвертых, ЗУПр М_{ji} содержит аспекты информационных связей с ЗУПр М_{j(i-1)} и ЗУПр М_{j(i+1)}. В-пятых, множество состояний функционирования H_{ji} объекта М_{ji} в общем случае не равно объединению множеств $H_{sv^{(*)}}, sv^{(*)} = \overline{1, u}$, здесь $sv^{(*)}$ – номера принятых оптимальных вариантов на стадиях.

При рассмотрении ЗУПр М_{ji} необходимо учитывать результаты, достигнутые для объекта М_{j(i-1)}, а именно, используемый принцип действия в аппарате ПД_{j(i-1)}, т.е. описание (модель) физико-химических и био-

логических процессов; конструктивное решение $K_{j(i-1)}$; информационные возможности $ИВ_{j(i-1)}$; технические характеристики объекта $ТХ_{j(i-1)}$; а также неосуществленные возможности – задел $З_{j(i-1)}$, полученные при разработке объекта $M_{j(i-1)}$, т.е.

$$M_{j(i-1)} = (ПД_{j(i-1)}, K_{j(i-1)}, ИВ_{j(i-1)}, ТХ_{j(i-1)}, З_{j(i-1)}). \quad (11)$$

В результате эксплуатации прототипа $M_{j(i-1)}$, сопоставления его с характеристиками аналогов – объектами конкурентов, сведений о новых возможностях технических средств и материалов собирается информация о возможности или необходимости улучшить отдельные характеристики M_{ji} .

Добиться улучшения технических характеристик можно за счет внесения изменений в принцип действия, конструкцию и информационные возможности объекта. Под изменениями ПД, К и ИВ понимается также добавление новых компонентов и расширение функциональных возможностей СЗ. Количественно внесенные изменения оцениваются показателем инновационности (см. (7)).

Важно отметить, что основные работы по изменению каждого из компонентов M_{ji} , т.е. ПД, К, ИВ, обычно производятся на разных стадиях ЖЦ объекта. Соответствующие подмножества стадий обозначим $s_{пд}, s_{к}, s_{ив}$.

Следует отметить, что на начальном этапе рассмотрения задачи ЗУПр M_{ji} может формулироваться и решаться задача принятия решения о том, на каких стадиях ЖЦ проектирования M_{ji} можно сохранить результаты, полученные для прототипа $M_{j(i-1)}$. Назовем данную задачу задачей о стадиях ЖЦ проектирования M_{ji} и обозначим ЗУПр $M_{ji}(s)$. Результаты ее решения имеют большое значение при оптимальном проектировании с критериями в виде времени выполнения проекта и затрат на проект.

В общем случае ЗУПр $M_{ji}(s)$ формулируется следующим образом.

Известны:

– информация о возможных изменениях $ПД_{ji}; K_{ji}; ИВ_{ji}$ и стадиях $s_{пд}, s_{к}, s_{ив}$, на которых они реализуются, обозначим ее $J_{ji}(ПД; К; ИВ; s_{пд}, s_{к}, s_{ив})$;

– информация о допустимых значениях технических характеристик $ТХ_{д}$ и риска $P_{д}$, т.е. $J_{ji}(ТХ_{д}, P_{д})$;

– информация о прототипе, т.е. $J_{j(i-1)}(ТХ, P)$;

– зависимости технических характеристик и риска от изменений ПД, К и ИВ, т.е.

$$ТХ_{ji} = F_{ТХ}(ПД_{ji}, K_{ji}, ИВ_{ji}), \quad (12)$$

$$P_{ji} = F_P(ПД_{ji}, K_{ji}, ИВ_{ji}). \quad (13)$$

Требуется выделить подмножество стадий $s_{\text{ТХ}}$, на которых необходимо выполнить работы для обеспечения ограничения (9), и подмножество стадий $s_{\text{Р}}$, которые обеспечат выполнение ограничения на допустимую величину риска, т.е. $P_{ji} < P_{\text{д}}$. В этом случае для проектирования M_{ji} работы проводятся на стадиях

$$s_{ji} = s_{\text{ТХ}} \cup s_{\text{Р}}. \quad (14)$$

Важным принципом, используемым в ЗУПр M_{ji} , является осуществление мониторинга информации (в том числе из внешнего окружения), относящейся к $\text{Пр}M_{ji}$, и выработке соответствующих корректирующих воздействий. Данная информация может носить позитивный или негативный характер как для вариантов, рассматриваемых на отдельных стадиях, так и для подмножеств стадий $s_{\text{пд}}, s_{\text{к}}, s_{\text{ив}}$.

Принцип коррекции 1. Если полученная в ходе выполнения проекта $\text{Пр}M_{ji}$ информация имеет негативный характер для варианта решения v_{ji}^* или позитивный характер для одного из вариантов подмножеств $V_{jis}^{\text{н}}, V_{ji}^{\text{ин}}(s_x)$, то с учетом данной информации пересматриваются решения на соответствующих стадиях ЖЦ $\text{Пр}M_{ji}$.

На основе данного принципа реализуется корректирующая стратегия в задаче управления проектом.

Основными задачами управления последовательностью Π_j (см. (1)) являются следующие:

- определение времени t_i запуска очередного проекта;
- прогнозирование изменения технических характеристик СЗ для их реального задания;
- выработка и коррекция методики разработки объекта M_j ;
- формирование ограничений для ЗУПр M_{ji} , т.е. $\text{ТХ}_{\text{д}}, P_{\text{д}}$ и планируемого срока завершения проекта $t_i^{\text{к}} = t_i + \Delta t_i$;
- создание и наполнение БД по объекту M_j .

Отдельно может рассматриваться задача принятия решения о перспективности продолжения проектов по совершенствованию j -го вида СЗ, т.е. «закрытия» последовательности Π_j .

Для решения перечисленных задач характерна высокая степень неопределенности. Таким образом, общая задача управления последовательностью Π_j разбивается на ряд частных задач. Рассмотрим кратко постановки этих задач.

Задача определения времени запуска проекта формулируется в зависимости от сложившейся ситуации. Наиболее вероятны следующие основные ситуации: 1) поступил заказ на усовершенствованное СЗ; 2) известны даты проведения выставок для представления образцов продукции; 3) накоплена информация о необходимости модернизации изделия.

Для первой ситуации задача запуска проекта ЗЗП1 формулируется следующим образом.

Известны:

– информация о заказе партии усовершенствованного СЗ

$$J_{\text{зак}} = (\text{ПЗ}, \Delta\text{ТХ}, \Phi, t^{\text{к}}), \quad (15)$$

здесь ПЗ – объем партии заказа; $\Delta\text{ТХ}$ – необходимые изменения технических характеристик; Φ – условия финансирования; $t^{\text{к}}$ – время выполнения заказа;

– информация о возможности выполнения заказа

$$J_{\text{вз}} = (\Delta\text{ПД}, \Delta\text{К}, \Delta\text{ИВ}, G, \text{З}, R), \quad (16)$$

здесь $\Delta\text{ПД}, \Delta\text{К}, \Delta\text{ИВ}$ – требуемые изменения ПД, К, ИВ; G – необходимые затраты; З – имеющийся задел в результате выполнения прототипа; R – имеющиеся ресурсы (кадровые, оборудование);

– множество вариантов решения

$$V = \{v_3, v_y, v_o, v_{\text{п}}\}, \quad (17)$$

здесь v_3 – запустить проект; v_y – отложить запуск для уточнения информации на время Δt_y ; v_o – отклонить предложение; $v_{\text{п}}$ – запустить проект на условиях стратегического пространства;

– операторы проверки достоверности информации $J_{\text{зак}}, J_{\text{вз}}$

$$L_{\text{зак}} : J_{\text{зак}} \rightarrow C_{\text{зак}}, \quad (18)$$

$$L_{\text{вз}} : J_{\text{вз}} \rightarrow C_{\text{вз}}, \quad (19)$$

здесь $C_{\text{зак}}, C_{\text{вз}}$ – соответственно коэффициенты уверенности в достоверности $J_{\text{зак}}$ и $J_{\text{вз}}$.

Требуется, используя оператор выработки варианта решения

$$L_v : (V, C_{\text{зак}}, C_{\text{вз}}) \rightarrow (v^*, C_v), \quad (20)$$

определить оптимальный вариант решения v^* и коэффициент уверенности в принимаемом решении C_v .

Для второй ситуации задача запуска проекта ЗЗП2 заключается в следующем. Известны:

– массив сроков проведения выставок

$$T_{\text{в}} = (t_{\text{в}1}, t_{\text{в}2}, \dots, t_{\text{в}n}); \quad (21)$$

– информация о предстоящих выставках

$$J_{\text{в}} = (J_{\text{в}1}, J_{\text{в}2}, \dots, J_{\text{в}n}); \quad (22)$$

– информация о возможностях предприятия для усовершенствования СЗ

$$J_{\text{вп}} = (\Delta\text{ТХ}, \Delta\text{ПД}, \Delta\text{К}, \Delta\text{ИВ}, G, \text{З}, R); \quad (23)$$

– оператор проверки достоверности информации J_B

$$L_B : J_B \rightarrow C_B. \quad (24)$$

Требуется с помощью оператора

$$L_{TB} : (T_B, J_B, J_{ВП}, C_B) \rightarrow (v^*(t_{Bi}), C_{TB}) \quad (25)$$

определить вариант $v^*(t_{Bi})$ запуска проекта для показа макета опытного образца изделия на выставке с временем открытия t_{Bi} и коэффициент уверенности в данном решении C_{TB} .

В случае третьей ситуации задача запуска проекта ЗЗПЗ отличается от ЗЗП1, ЗЗП2 тем, что определяемое время $t_{зп}$ имеет континуальную природу, т.е. может быть любым на рассматриваемом временном отрезке.

С учетом данного обстоятельства ЗЗПЗ формулируется следующим образом. Задаются:

– временной интервал $T_{зп}$, определяющий возможные значения $t_{зп}$, т.е.

$$t_{зп} \in T_{зп} = [t_n, t_k], \quad (26)$$

здесь t_n, t_k – начало и конец $T_{зп}$;

– множества запрещенных временных отрезков $T = \{\Delta\tau_1, \Delta\tau_2, \dots, \Delta\tau_n\}$, во время которых проект запущен быть не может по производственным причинам, т.е.

$$t_{зп} \notin \Delta\tau_1 \cup \Delta\tau_2 \cup \Delta\tau_n; \quad (27)$$

– информация о внешнем окружении (состоянии рынка, продукции конкурентов и т.п.)

$$J_{во} = (\Delta TX_k, \Delta ПД_k, \Delta K_k, \Delta ИВ_k), \quad (28)$$

здесь $\Delta TX_k, \Delta ПД_k, \Delta K_k, \Delta ИВ_k$ – соответственно интервальные оценки $TX, ПД, K, ИВ$ изделий M_j конкурирующих фирм;

– информации $J_{ВП}$ о возможностях предприятия для усовершенствования СЗ.

В предположении, что

$$T \neq \emptyset \text{ и } T_{зп} \cap \left(\bigcup_{i=1}^n \Delta\tau_i \right) \neq \emptyset, \quad (29)$$

требуется для выделенного множества «разрешенных» временных отрезков (их число n_p)

$$T_{зп n_p} = \{ \bar{\Delta\tau}_1, \bar{\Delta\tau}_2, \dots, \bar{\Delta\tau}_{n_p} \} \quad (30)$$

с помощью оператора

$$L_3 : (J_{во}, J_{ВП}, T_{зп n_p}) \rightarrow (\bar{\Delta\tau}^*, C_{\Delta\tau}) \quad (31)$$

определить предпочтительный временной интервал $\bar{\Delta\tau}^*$ для запуска проекта и коэффициент уверенности $C_{\Delta\tau}$.

Если $T = \emptyset$, то временной интервал $T_{зп}$ разбивается на n временных отрезков и с использованием оператора (31) определяется наиболее предпочтительный.

Задача прогнозирования изменения технических характеристик играет важную роль для определения максимально возможных улучшений компонентов ΔTX^M , $\Delta ПД^M$, ΔK^M , $\Delta ИВ^M$. В отличие от традиционных задач прогнозирования, использующих модели авторегрессии, выявления тренда, методы аппроксимации и т.п. ЗПТХ имеют существенные особенности. К этим особенностям относятся.

1. Временные интервалы между выполняемыми проектами $(t_1 - t_0, t_2 - t_1, \dots)$ могут различаться, что затрудняет построение модели авторегрессии.

2. Характер изменения составляющих ТХ, ПД, К и ИВ во времени различен в разные периоды времени. Эти изменения могут иметь участки незначительного тренда, участки с постоянными значениями, связанные с исчерпыванием возможностей используемого принципа действия, и участки быстрого и даже скачкообразного роста при переходе на новый принцип действия или использования нового поколения технических средств.

3. Число данных для построения модели обычно мало, а временные интервалы $t_i - t_{i-1}$ могут быть большими, поэтому невозможно с достаточной уверенностью делать предположения о характере изменения показателя между моментами времени t_{i-1} и t_i .

4. На изменение прогнозируемых показателей большое влияние оказывают запросы потребителей (заказчиков). Это требует изучения тенденции изменения запросов потребителей, которые обычно выражаются в нечеткой форме и не несут измеримой количественной оценки.

5. Общая размерность прогнозируемых показателей – составляющих ТХ, ПД, К и ИВ достаточно велика. В то же время изменению в очередном проекте могут подлежать лишь отдельные параметры из всего массива показателей, т.е. требуется распознать, какие из показателей необходимо улучшить в очередном проекте.

Рассмотренные особенности ЗПТХ показывают, что данная задача требует учета большого числа факторов и должна решаться совместно с задачей распознавания образов. Основная цель прогнозирования – определить, какие составляющие ТХ и насколько должны быть улучшены, а также выявить тенденции изменения ПД, К, ИВ, которые позволят добиться требуемого улучшения.

В общем случае задача прогнозирования формулируется следующим образом.

На основе анализа составляющих векторов ТХ, ПД, К и ИВ формируется объединенный вектор прогнозируемых параметров

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n). \quad (32)$$

По данным выполненных проектов записывается исходная матрица данных

$$J_{\text{пр}} = \begin{pmatrix} t_0 & a_{10} & a_{20} & \dots & a_{n0} \\ t_1 & a_{11} & a_{21} & \dots & a_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{i-1} & a_{1i-1} & a_{2i-1} & \dots & a_{ni-1} \end{pmatrix}, \quad (33)$$

здесь t_v , $v=0, i-1$ – время запуска v -го проекта; $a_{\mu v}$, $\mu=1, n$, $v=0, i-1$ – значение μ -го параметра при запуске v -го проекта.

Аналогичная матрица данных собирается на основе спроектированных объектов конкурентами

$$J_{\text{пр}}^{\text{к}} = \begin{pmatrix} t_0^{\text{к}} & a_{10}^{\text{к}} & a_{20}^{\text{к}} & \dots & a_{n0}^{\text{к}} \\ t_1^{\text{к}} & a_{11}^{\text{к}} & a_{21}^{\text{к}} & \dots & a_{n1}^{\text{к}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_N^{\text{к}} & a_{1N}^{\text{к}} & a_{2N}^{\text{к}} & \dots & a_{nN}^{\text{к}} \end{pmatrix}. \quad (34)$$

Формируется информационный массив высказываний потребителей (заказчиков) о значениях ТХ, ПД, К, ИВ в виде замечаний и пожеланий, которые могут быть представлены нечеткими числами

$$\tilde{J}_{\text{пр}}^{\text{п}} = (\tilde{\text{ТХ}}, \tilde{\text{ПД}}, \tilde{\text{К}}, \tilde{\text{ИВ}}). \quad (35)$$

Известны операторы:

– выделения на основе данных $J_{\text{пр}}, J_{\text{пр}}^{\text{к}}, \tilde{J}_{\text{пр}}^{\text{п}}$ массива параметров $\bar{A} = \{ \bar{a}_j, j=1, m; m \leq n \}$, которые должны быть улучшены (ключевые факторы успеха), т.е.

$$L_{\text{пр}}^{\text{кфу}} : (J_{\text{пр}}, J_{\text{пр}}^{\text{к}}, \tilde{J}_{\text{пр}}^{\text{п}}, \bar{A}) \rightarrow \bar{A}; \quad (36)$$

– определения численных или интервальных значений составляющих вектора A для i -го проекта

$$L_{\text{пр}}^A : (J_{\text{пр}}, J_{\text{пр}}^{\text{к}}, \tilde{J}_{\text{пр}}^{\text{п}}, \bar{A}) \rightarrow A_i; \quad (37)$$

– определения численных или интервальных значений составляющих массива технических и других характеристик для i -го проекта, т.е.

$$L_{\text{пр}}^{\text{тх}} : A_i \rightarrow (\text{ТХ}_i^{\text{д}}, \text{ПД}_i, \text{К}_i, \text{ИВ}_i, \text{Р}_i^{\text{д}}). \quad (38)$$

Требуется на основе информации $J_{\text{пр}}, J_{\text{пр}}^{\text{к}}, \tilde{J}_{\text{пр}}^{\text{п}}$ с использованием операторов $L_{\text{пр}}^{\text{кфу}}, L_{\text{пр}}^A, L_{\text{пр}}^{\text{тх}}$ определить исходные данные для очередного проекта, т.е. $\Delta \text{ТХ}_d, \Delta \text{ПД}^M, \Delta \text{К}^M, \Delta \text{ИВ}^M, \text{Р}_d$.

Следует заметить, что рассмотренные задачи формулировались применительно к одному виду СЗ и, чтобы не загромождать обозначения, индекс j здесь опускался.

Таким образом, предложены подходы, позволяющие разрабатывать методы управления потоком проектов создания и модификации изделий, применимые как для проведения теоретического анализа сложившейся ситуации с целью выработки управленческих решений, так и для прикладного использования в управлении проектами. Основной ценностью предложенных принципов является возможность непосредственного учета инновационных характеристик изделий, часто ухудшаемых или вообще теряемых при непосредственном «запуске» и выполнении проектов. Кроме

этого, применение возможностей нечетких чисел позволяет достаточно точно оценить и использовать в работе требования потребителя, так как часто конкретная формулировка требования, например к эргономике невозможна.

Список литературы

1. Хенли, Е.Дж. Надежность технических систем и оценка риска : пер. с англ. / Е.Дж. Хенли, Х. Кумамото. – М. : Машиностроение, 1984. – 528 с.
2. Арчибальд, Р. Управление высокотехнологичными программами и проектами : пер. с англ. / Р. Арчибальд. – М. : ДМК Пресс, 2002. – 464 с.
3. Черемных, С.В. Структурный анализ систем: IDEF-технологии / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 208 с.

Principles of Managing Sequence of Projects on Protective Means Development

S.B. Putin, P.U. Putin

JSC “Corporation “Roshimzashchita”, Tambov

Key words and phrases: life cycle; innovation index; projects flow; correction principle; succession principle; theory and principles of management; projects sequence management.

Abstract: The paper studies the approaches to the elaboration of the theory and principles of managing the sequence of projects on new production prototypes and products development. The innovation index of the project and principles of succession and correction used for managing the sequence of projects for high technology objects are introduced. The basis for setting up a problem is the need for solving a series of specific applied problems of management on modernization, modification and development of the new products related to the group of respiratory protective means of personal and collective types. The approaches proposed in the work are aimed at solving complicated problems of the projects flow management that permits to optimize time and resource requirements for a single project and the flow as a whole considering and conserving the innovative and prescribed qualitative characteristics of the products.

© С.Б. Путин, П.Ю. Путин, 2008