

УДК 519.8

ПЛАНИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИНТЕРЕСАХ СОЗДАНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗДЕЛИЙ

Гейда А.С., Лысенко И.В., Седлов Е.В.

Учреждение Российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН), Санкт-Петербург, Россия, e-mail: geida@iias.spb.su

Рассматривается задача планирования инновационной деятельности, которая приводит к модернизации производства. Модернизация производства проводится для выпуска изделий, характеризующихся заданной приоритетностью. Введены определения новации, инновации, инновационной деятельности. Обоснованы показатели качества инновационной деятельности. Определен план инновационной деятельности, понятие инновационного потенциала системы, выполнена постановка задачи планирования инновационной деятельности. Предложено решать задачу, как оптимизационную задачу распределения ресурсов. Разработан комплекс моделей, позволяющий получить рекуррентные соотношения для расчета значений целевой функции, а затем – пересчитывать эти значения при изменении плана инновационной деятельности. Предложен метод фрагментарно контролируемого случайного поиска, использующий особенности разработанных моделей и решаемой задачи.

Ключевые слова: новация, инновация, модернизация, приоритетные изделия, инновационная деятельность.

THE TECHNIQUE OF INNOVATION ACTIVITY PLANNING FOR CREATING PRIORITIZED PRODUCTION UNITS

Geida A.S., Lysenko I.V., Sedlov E.V.

Institution of the Russian Academy of Sciences St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (SPIIRAS), Saint-Petersburg, Russia, e-mail: geida@iias.spb.su

Problem of innovation activity planning is considered. Innovation activity considered to lead to manufacture modernization. This modernization is realized for production units manufacturing. The units are characterized by given priority rankings. Definitions of a novelty, an innovation, innovation activity are suggested. Indicators for innovation activity quality assessment are justified. Concepts of innovation activity plan, system innovation capability are introduced. The problem of innovation activity planning is discussed. The problem is considered as a mathematical optimization problem to be solved. System of models is developed. It allows to calculate objective function values. Besides, it allows recalculation of these values after the plan of innovation activity change. Method of fragmentary controlled stochastic search is offered. It is based on developed models features.

Keywords: novelty, innovation, modernization, innovation activity, innovation capability of the system.

В связи с актуальностью перехода к инновационному и модернизационному типу развития экономики возникает необходимость решения ряда задач, связанных с инновационной деятельностью (ИД). *Инновационной деятельностью* будем называть деятельность по созданию и реализации новации. При этом под *новацией* будем понимать новое знание, которое, по мнению специалистов, может быть внедрено в практику и использовано. Под *инновацией* будем понимать новацию, внедренную в практику. В статье рассматривается задача планирования инновационной деятельности после создания новаций, в условиях ограничений на внедрение и использование инноваций. При этом использование инноваций носит характер модернизации производства. Модернизация производства реализуется для выпуска изделий (технических устройств) из списка приоритетных. Особенность этого списка – для изделий из этого списка заданы характеристики приоритетности. Приоритетность изделий задается в виде чисел от 0 до 1, характеризующих меру возможности достижения целей деятельности с использованием изделий из списка при условии выпуска запланированного количества изделий. Выполненные исследования позволили сделать вывод о том, что: инновационная дея-

тельность требует прогнозирования, что ведет к необходимости учета случайностей различной природы; *цель* ИД – улучшение результатов совокупности тех видов деятельности, элементы которых она позволяет полностью или частично изменить; ИД может обеспечивать разные возможности по расширению множества целей деятельности с использованием производимых изделий. Для планирования инновационной деятельности с учетом указанных особенностей необходимо разработать постановку задачи, модели и методы, учитывающие эти особенности решаемой задачи, а затем на их основе – методику планирования инновационной деятельности в интересах создания приоритетных образцов изделий, включающую, кроме указанных выше элементов решения задачи: порядок сбора и подготовки исходных данных; порядок интерпретации результатов решения задачи; порядок использования разрабатываемой информационно-аналитической системы планирования инновационной деятельности.

В работах [1; 8] вскрыты особенности планируемой ИД и показано, что задачу следует ставить и решать, как оптимизационную задачу распределения ресурсов на графовых моделях. Для ее решения были введены новые показатели оценивания качества ИД на основе инновационного потенциала [2] модернизируемой производственной системы (МПрС). А именно: под целевым результатом ИД в задаче понимается улучшение эффектов модернизируемой производственной деятельности (МПД) и эффектов эксплуатационной деятельности (ЭД), включая применение изделий. МПД протекает в виде функционирования МПрС для достижения ею возможных целей. Улучшение эффектов МПД оценивается по показателям, характеризующим спектр процессов МПД и ЭД, соответствующих разным возможным целям функционирования МПрС.

Качество функционирования МПрС традиционно оценивают по эффективности её функционирования, то есть по свойству целенаправленного процесса функционирования системы (МПрС), характеризующему приспособленность функционирования системы к достижению заданной цели [3]. Свойство системы (МПрС), позволяющее использовать её для достижения любой из возможных целей, назовем *потенциалом системы* (МПрС).

Инновационный потенциал системы – потенциал системы, получаемый в результате ИД.

Задача планирования ИД в интересах создания приоритетных образцов изделий состоит в следующем.

Пусть заданы: ИММ, которые могут быть включены в план ИД; возможные способы реализации ИММ и прогнозируемые результаты ИММ (возможные затраты денег и времени на производственные мероприятия) для каждого способа реализации; графики МПД; ресурсы, которые могут быть израсходованы при инновационной, производственной и эксплуатационной деятельности, список типов изделий в тех количествах, которые должны быть произведены, и приоритетность для каждого из типов изделий.

Требуется найти оптимальный план ИД в интересах создания приоритетных образцов изделий (далее – ИД). При этом под оптимальным планом ИД будем понимать такой план ИД, который позволит добиться лучшего значения показателя качества инновационной, производственной и эксплуатационной деятельности в процессе достижения возможных целей МПрС и организаций, для которых выпускаются изделия. Этот показатель – мера возможности того, что требуемые целевые результаты функционирования МПрС и произведенных изделий после завершения ИД будут получены и при этом не будут перерасходованы ресурсы, предоставленные для реализации ИД, МПД и ЭД.

Процессы ИД, МПД, ЭД из спектра затронутых ИД процессов, последовательно реализуемых в разных целях, оцениваются по соответствию эффектов от каждого из таких процессов требованиям, в соответствии с той или иной целью, из множества возможных.

Обозначим:

M_i – i -е ИММ; $\mathbf{M} \equiv \langle M_i : i = \overline{1, I} \rangle$;

M_{i, p_i} – это M_i при p_i -м способе его реализации, $p_i \in \overline{0, P_i}$;

$p_i = 0$, если M_{i,p_i} не реализуется; $P \equiv \{P_i : i = \overline{1, I}\}$;

$M_{i,p_i} \equiv \{M_{i,p_i} : p_i = \overline{0, P_i}\}$; $M \equiv \{M_{i,p_i} : i = \overline{1, I}\}$;

\tilde{u}_{i,p_i} – вектор эффектов каждого мероприятия U_h ЭД: $U_h \in U_{i,p_i}$; z_j – изделие из списка Z_j приоритетных, выпускаемых в результате МПД в соответствии с целью G_j ;
 $Z \equiv \{Z_j, j \in \overline{1, J}\}$;

$\tilde{u}_{i,p_i} \equiv \langle \tilde{u}_{\langle 2 \rangle, z_j, h} : z_j \in Z_j, h = \overline{1, H_{i,p_i, z_j}} \rangle$; $\tilde{u}_{\langle 2 \rangle, z_j, h} \equiv \langle \tilde{u}_{1, z_j, h}, \tilde{u}_{2, z_j, h} \rangle$ – вектор случайных величин эффектов h -го мероприятия ЭД по переводу z_j -го изделия из заданного состояния в готовность к применению при выполнении M_{i,p_i} ; $\tilde{u}_{1, z_j, h}$ – случайная величина затрат денежных средств на реализацию такого мероприятия; $z_{2, z_j, h}$ – случайная величина затрат времени на его реализацию;

F_{i,p_i} – вектор характеристик способа реализации M_{i,p_i} ;

$F_{i,p_i} \equiv \langle \tilde{c}_{i,p_i}, \tilde{t}_{i,p_i}, \tilde{e}_{i,p_i} \rangle$, где \tilde{c}_{i,p_i} – случайная величина затрат денежных средств на реализацию M_{i,p_i} ,

\tilde{t}_{i,p_i} – случайная величина длительности M_{i,p_i} , L_{i,p_i} – размер множества V_{i,p_i} мероприятий МПД, затронутых реализацией M_{i,p_i} ,

\tilde{e}_{i,p_i} – вектор эффектов каждого мероприятия V_l МПД: $V_l \in V_{i,p_i}$;

$\tilde{e}_{i,p_i} \equiv \langle \tilde{e}_{\langle 2 \rangle, l} : l = \overline{1, L_{i,p_i}} \rangle$; $\tilde{e}_{\langle 2 \rangle, l} \equiv \langle \tilde{e}_{1, l}, \tilde{e}_{2, l} \rangle$ – вектор случайных величин эффектов l -го мероприятия МПД при выполнении M_{i,p_i} ;

$\tilde{e}_{1, l}$ – случайная величина затрат денежных средств на реализацию такого мероприятия;

$\tilde{e}_{2, l}$ – случайная величина затрат времени на его реализацию;

$F \equiv \{F_{i,p_i} : p_i = \overline{0, P_i}, M_{i,p_i} \in M_{i,p_i} \in M\}$;

$V_{i,p_i} \equiv \{V_l : \exists r : V_l r M_{i,p_i}, l = \overline{1, L_{i,p_i}}\}$; r – отношение зависимости между мероприятиями V_l и M_{i,p_i} ;

$V \equiv \{V_{i,p_i} : p_i = \overline{0, P_i}, M_{i,p_i} \in M_{i,p_i} \in M\}$;

γ_j^{m0} – сетевой график МПД для достижения j -й цели G_j , $j \in \overline{1, J}$; T_j^{m0} – вектор плановых моментов времени начала МПД по графику γ_j^{m0} ;

$\Gamma^{m0} \equiv \{\gamma_j^{m0} : j = \overline{1, J}\}$; $T^{m0} \equiv \{T_j^{m0} : j = \overline{1, J}\}$; $G \equiv \{G_j : j = \overline{1, J}\}$.

$\pi_s = \{M_{i,p_i} : p_i \in \overline{0, P_i}, i = \overline{1, I}\}_s$ – s -й план ИД из множества Π возможных планов:

$\pi_s \in \Pi$; $\Pi \equiv \times_{i=1, I} M_{i,p_i}$;

π^{opt} – оптимальный план ИД;

$W(\pi_s)$ – показатель качества инновационной и производственной деятельности при плане π_s ;

$W(\pi_s) \equiv \sum_{j=1}^J Poss(\tilde{T}_j^{Ok}(\pi_s) \leq T_j^0) Poss(\tilde{C}_j(\pi_s) \leq C_j^0) W_{\xi(Z_j)}(\pi_s) Poss(\tilde{A}_j)$;

$W_{\xi(Z_j)}(\pi_s)$ – ожидаемое значение показателя качества перевода в готовность к применению и применения по назначению производимых изделий из списка Z_j при плане π_s с учетом приоритетности $\xi(Z_j)$ этих изделий;

Приоритетность $\xi(Z_j)$ изделий при достижении цели G_j задается в виде вектора чисел $\xi_{z_j}, z_j \in Z_j$ (от 0 до 1), которые в задаче имеют смысл показателей результативности применения изделий z_j . А именно: каждое из чисел z_j – мера возможности случайного события, состоящего в том, что применение z_j – го изделия в составе планируемой для использования системы и произведенного в запланированных количествах, при условии своевременного перевода в требуемую готовность к применению, достигнет G_j ;

$$W_{\xi(Z_j)}(\pi_s) \equiv \sum_{z_j \in Z_j} (W_{z_j}(\pi_s) \xi_{z_j}),$$

где $W_{z_j}(\pi_s)$ – показатель качества ЭД, реализуемой при эксплуатации z_j – го изделия при условии актуализации цели G_j ;

$\Xi \equiv \{\xi(Z_j) : Z_j \in Z\}$ – множество значений приоритетности $\xi(Z_j)$ изделий для достижения различных целей;

$$W_{z_j}(\pi_s) = Poss(\tilde{t}_{z_j}^{\text{эо}}(\pi_s) \leq t_{z_j}^{\text{эо}}) Poss(\tilde{C}_{z_j}^{\text{эо}}(\pi_s) \leq C_{z_j}^{\text{эо}});$$

$\tilde{t}_{z_j}^{\text{эо}}(\pi_s)$ – промежуток времени, необходимый для перевода z_j – го изделия в готовность к применению из заданного состояния при эксплуатации для достижения цели G_j ;

$\tilde{C}_{z_j}^{\text{эо}}(\pi_s)$ – затраты денежных средств, необходимых для перевода z_j – го изделия в готовность к применению из заданного состояния при эксплуатации для достижения цели G_j ;

$t_{z_j}^{\text{эо}}$ – директивный (требуемый) промежуток времени, необходимый для перевода z_j – го изделия в готовность к применению из заданного состояния при эксплуатации, в соответствии с целью G_j ; $\mathbf{t}^{\text{эо}} \equiv \{t_{z_j}^{\text{эо}} : z_j \in Z_j\}$; $C_{z_j}^{\text{эо}}$ – директивные (требуемые) затраты денежных средств, необходимых для перевода z_j – го изделия в готовность к применению из заданного состояния при эксплуатации, в соответствии с целью G_j ; $\mathbf{C}^{\text{эо}} \equiv \{C_{z_j}^{\text{эо}} : z_j \in Z_j\}$

$$Poss(\tilde{B}) – \text{мера возможности наступления случайного события } \tilde{B};$$

$$\tilde{A}_j – \text{событие, состоящее в актуализации цели } G_j;$$

$\tilde{T}_j^{\text{ок}}(\pi_s)$ – случайный момент времени окончания МПД в соответствии с $\gamma_j^{\text{мд}}$ при плане π_s ;

$$T_j^{\text{д}} – \text{директивный (требуемый) момент окончания МПД в соответствии с } \gamma_j^{\text{мд}};$$

$$\mathbf{T}^{\text{д}} \equiv \{T_j^{\text{д}} : j = \overline{1, J}\};$$

$\tilde{C}_j(\pi_s)$ – случайная сумма денежных средств, расходуемых на ИММ и МПД в соответствии с планом π_s для достижения цели G_j ;

$C_j^{\text{д}}$ – директивная (назначенная) сумма денежных средств, выделенных на ИММ и МПД для достижения цели G_j ; $\mathbf{C}^{\text{д}} \equiv \{C_j^{\text{д}} : j = \overline{1, J}\}$;

$\tilde{C}_j(\pi_s) = \tilde{C}_j^{\text{ид}}(\pi_s) + \tilde{C}_j^{\text{мд}}(\pi_s)$, $\tilde{C}_j^{\text{ид}}(\pi_s)$ – сумма денежных средств, расходуемых на реализацию ИД в соответствии с планом π_s для достижения цели G_j ; $\tilde{C}_j^{\text{мд}}(\pi_s)$ – сумма денежных средств, расходуемых на реализацию МД по графику $\gamma_j^{\text{мд}}$ при плане π_s ;

$$\rho \equiv \{Poss(\tilde{A}_j) : j = \overline{1, J}\}.$$

Тогда решаемая задача примет следующий вид.

Дано: $M, P, M, F, V, \Gamma^{m^0}, T^{m^0}, G, \Xi, Z, T^0, C^0, \rho$.

Найти $\pi^{opt} : W(\pi^{opt}) = \max_{\pi_s \in \Pi} \{ W(\pi_s) \}$.

Для расчета значения $W(\pi_s)$ при плане π_s используется комплекс моделей, описанный в [8]. Он позволяет рассчитать значение $W(\pi_s)$ путем обходов построенных моделей.

В случае если эффекты случайны, переход к соответствующим соотношениям для случайных величин целесообразно осуществлять с опорой на алгебру случайных чисел [5].

Полученные в результате моделирования рекуррентные алгебраические соотношения позволяют перейти к поиску решения оптимизационной задачи. Он выполняется с использованием модифицированного метода случайного поиска – фрагментарно контролируемого случайного поиска [8]. По сравнению с планом ИД, полученным эвристическим путем, оптимальный план позволил в среднем: на 15% изменить состав инновационных модернизационных мероприятий, на 42% изменить способы реализации этих мероприятий. Это позволило получить значение 0,74 показателя успешности ИД для полученного оптимального плана. Это значение на 14% выше, чем значение 0,65 для эвристического плана.

В результате проведенных исследований получены следующие основные результаты.

1. Предложена постановка задачи планирования ИД как оптимизационной задачи распределения ограниченных ресурсов.
2. Разработан комплекс моделей, позволяющих установить зависимость показателя успешности инновационной, производственной деятельности в зависимости от плана ИД.
3. Предложен метод фрагментарно контролируемого случайного поиска для решения оптимизационной задачи планирования ИД.
4. Разработана методика планирования ИД.

Полученные результаты позволяют на практике улучшить показатели успешности инновационной производственной деятельности на 10–15%.

Список литературы

-
1. Седлов Е.В. Задача планирования инновационной деятельности // Отраслевые аспекты технических наук. – 2011. – № 8. – С. 34–39.
 2. Гейда А.С., Лысенко И.В., Силла Е.П. Задачи исследования качества и потенциала систем реализации целевых программ // Информационно-управляющие системы. – 2011. – № 4. – С. 77–83.
 3. Гейда А.С. Оценивание эффектов функционирования организационно-технических систем: концепция автоматизации // Труды СПИИРАН. – 2009. – № 11. – С. 63–80.
 4. Гейда А.С., Лысенко И.В., Юсупова О.А. Использование расширенных графовых моделей при автоматизации решения задач исследования потенциала, эффективности и риска при функционировании социально-экономических систем // Региональная информатика – 2010.– 2011. – С. 47–59.
 5. Лысенко И.В. Оценивание качества технологических процессов: использование аппроксимирующих вероятностных моделей // Труды СПИИРАН. – 2006. – № 3. – С. 207–216.
 6. Гейда А.С., Лысенко И.В. Модели, методы и информационные технологии оценивания эффективности проектов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2008. – № 3. – С. 27–38.

7. Гейда А.С., Лысенко И.В. Алгоритм оценивания качества обслуживания технической системы // Известия вузов. Серия приборостроение. – 1992. – № 3–4. – С. 3–8.
8. Гейда А.С., Лысенко И.В., Седлов Е.В. Методика планирования инновационной деятельности // Труды СПИИРАН. – 2011. – № 10. – С. 43–51.

Рецензенты:

Петров Г.Д., д.т.н., с.н.с., начальник кафедры организации эксплуатации и технического обеспечения вооружения, военной и специальной техники Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург.

Хомоненко А.Д., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Информационные и вычислительные системы» Петербургского государственного университета путей сообщения, г. Санкт-Петербург.

Работа получена 07.11.2011