

А.С. ГЕЙДА, И.В. ЛЫСЕНКО, Е.В. СЕДЛОВ
**МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Гейда А.С., Лысенко И.В., Седлов Е.В. Методика планирования инновационной деятельности.

Аннотация. Рассматривается задача планирования инновационной деятельности, которая приводит к модернизации производства. Введены определения новации, инновации, инновационной деятельности. Обоснованы показатели качества инновационной деятельности. Определен план инновационной деятельности, сформулировано 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. Описаны алгоритмы пересчета характеристик эффектов инновационной деятельности при решении задачи планирования. Рассмотрен порядок сбора, подготовки исходных данных и интерпретации результатов решения задачи.

Ключевые слова: новация, инновация, модернизация, инновационная деятельность, инновационный потенциал системы, планирование, метод случайного поиска, методика.

Geida A.S., Lysenko I.V., Sedlov E.V. The technique of innovation activity planning.

Abstract. The problem of innovation activity planning is considered which can result in manufacture modernization. Definitions of a novelty, an innovation, innovative activity are suggested. Indicators for innovation activity quality assessment are justified. The plan of innovation activity, concept of system innovation capability are defined; statement of the problem of innovation activity planning is realized. It is offered to solve this problem, as a mathematical optimization problem. System of models is developed. It allows to obtain recurrent formulas for calculation of objective function values, as well as to recalculate these values once the plan of innovation activity has been changed. The method of fragmentary controlled stochastic search is offered on the base of features of developed models. Algorithms of effects characteristics recalculation for the problem decision are described. The procedure of data acquisition, data preparation and problem solving results interpretation is considered.

Keywords: novelty, innovation, modernization, innovation activity, innovative capability of the system, planning, stochastic search method, technique.

1. Введение. 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. Выполненные исследования позволили сделать вывод о том,

что: инновационная деятельность требует прогнозирования, что ведет к необходимости учета случайностей различной природы; цель ИД – улучшение результатов совокупности тех деятельностей, элементы которых она позволяет полностью или частично изменить; ИД может обеспечивать разные возможности по расширению множества целей деятельности. Для планирования инновационной деятельности с учетом указанных особенностей необходимо разработать способ постановки задачи, модели и методы, учитывающие особенности решаемой задачи, а затем, на их основе – создать методiku планирования инновационной деятельности, 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.

2. Задача планирования инновационной деятельности как оптимизационная задача распределения ресурсов. В работе [1] 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). МПД протекает в виде функционирования МПрС для достижения ею возможных целей. Улучшение эффектов МПД оценивается по показателям, характеризующим *спектр процессов* МПД, 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 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 ме-

роприятия) для каждого способа реализации; графики МПД; ресурсы, которые могут быть израсходованы при инновационной и производственной деятельности.

Требуется найти оптимальный план ИД. При этом под оптимальным планом ИД будем понимать такой план ИД, который позволит добиться лучшего значения показателя качества инновационной и производственной деятельности в процессе достижения возможных целей МПрС. Этот показатель — мера возможности того, что требуемые целевые результаты функционирования МПрС после завершения ИД будут получены и при этом не будут перерасходованы ресурсы, предоставленные для реализации ИД и МПД.

Обозначим:

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

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

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

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

$$F_{i, p_i} - \text{вектор характеристик способа реализации } M_{i, p_i};$$

$F_{i, p_i} \equiv \langle \tilde{c}_{i, p_i}, \tilde{t}_{i, p_i}, \tilde{e}_{i, p_i} \rangle$, 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 \mathbf{V}_{i, p_i} мероприятий МПД, затронутых реализацией M_{i, p_i} ,

$$\tilde{e}_{i, p_i} - \text{вектор эффектов каждого мероприятия } V_l \text{ МПД: } V_l \in \mathbf{V}_{i, p_i};$$

$\tilde{e}_{i, p_i} \equiv \langle \tilde{e}_{<2>, l} : l = \overline{1, L_{i, p_i}} \rangle$; $\tilde{e}_{<2>, l} \equiv \langle \tilde{e}_{1, l}, \tilde{e}_{2, l} \rangle$ — 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;

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

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

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

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

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

$\pi_s = \{M_{i, p_i} : p_i \in \overline{0, P_i}, i = \overline{1, I}\}_s$ – 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 ;

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

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

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

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

T_j^∂ – директивный (требуемый) момент окончания МПД в соответствии с $\gamma_j^{m\partial}$; $T^\partial \equiv \{T_j^\partial : j = \overline{1, J}\}$;

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

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

$\tilde{C}_j(\pi_s) = \tilde{C}_j^{u\partial}(\pi_s) + \tilde{C}_j^{m\partial}(\pi_s)$, $\tilde{C}_j^{u\partial}(\pi_s)$ – сумма денежных средств, расходуемых на реализацию ИД в соответствии с планом π_s для до-

стижения цели G_j ; $\tilde{C}_j^{M\partial}(\pi_s)$ — сумма денежных средств, расходовемых на реализацию МД по графику $\gamma_j^{M\partial}$ при плане π_s ;

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

Тогда решаемая задача примет следующий вид.

Дано: \mathbf{M} , \mathbf{P} , \mathbf{M}, \mathbf{F} , \mathbf{V} , $\Gamma^{M\partial}$, $\mathbf{T}^{M\partial}$, \mathbf{G} , \mathbf{T}^∂ , \mathbf{C}^∂ , ρ .

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

3. Моделирование в задаче планирования инновационной деятельности. Для расчета значения $W(\pi_s)$ при плане π_s принимается, что получение требуемых целевых результатов мероприятий МПД — событие достоверное, и используется помеченная нечеткими величинами – нецелевыми результатами отдельных мероприятий, входящих в ИД и в МПД, расширенная графовая модель [4]. Это позволяет рассчитать значение $W(\pi_s)$ путем обходов соответствующего графа [7] и выполнения при этом операций алгебры нечетких чисел [5] в его узлах.

Как свидетельствует практика [6], решения оптимизационных задач для перехода к автоматизированному поиску решения (поиску решения на ЭВМ) необходимо разработать комплекс моделей, позволяющих решать основные подзадачи оптимизационной задачи планирования:

1. Получать прогнозные значения основных результатов комплексов выполняемых ИММ и МПД на основании имеющихся исходных данных о характеристиках элементов мероприятий и мероприятиях в зависимости от плана ИД из множества допустимых планов;

2. Оценивать соответствие значений этих прогнозируемых результатов требуемым на основе использования показателей;

3. Строить множество допустимых планов.

Ниже (Рис. 1) показана структура моделей, разработанных для решения подзадач 1–3 планирования. Эта структура моделей обладает универсальностью и может быть использована для решения других, смежных задач.

Использование предложенной структуры моделей опирается на *базовые модели*, которые предполагаются заданными, и на основе которых строятся остальные, *разрабатываемые* на основе базовых, модели, вплоть до модели задачи.

К базовым моделям относятся:

Модели элементов M^O , в частности, $o_{u,q}$ – модель элемента (элементарного объекта) $o_u \in \overline{1, U}$, используемого при реализации мероприятия $M_q; q \in \overline{1, Q}, Q = I + L$ (мероприятия ИММ M_i или мероприятия МПД J_l);

Модели характеристик (атрибутов) M^A , $a_{u,q,s}$ – s -я характеристика (атрибут) u -го элемента при реализации q -го мероприятия.

Модели требований M^S , предъявляемых субъектами, для которых реализуется планирование, и модели M^R характеристик (атрибутов) этих требований.

Базовые модели должны основываться на тех или иных законах и закономерностях (например, на законе сохранения вещества и энергии), что указывается при описании моделей.

На основе базовых моделей строятся разрабатываемые на их основе модели. Они основываются на закономерностях, указанных в базовых моделях, и, возможно, на закономерностях, связанных с объединением моделей в комплекс. Типы разрабатываемых моделей обозначаются далее буквой M и русскими уточняющими верхними индексами, в отличие от типов базовых моделей, у которых верхний индекс — английский. Разрабатываемые модели включают, кроме различных базовых моделей, еще и отношения между моделями разного вида.

К числу разрабатываемых на основе базовых моделей относятся модели состояний M^{Cocm} каких-либо объектов моделирования и их комплексов, в частности:

$S_{u,q}$ – модель состояния u -го элемента q -го мероприятия;

Модели состояний комплексов мероприятий:

$V_{K_q^*}$ – модели комплекса K_q^* всех элементов q -го мероприятия;

$S_{K_q^*}$ – модели состояний комплекса K_q^* всех элементов q -го мероприятия.

Модели состояний могут описывать различные состояния различных объектов моделирования. Так, например, с использованием моделей состояний строятся модели $S_{K_{Pr(q)}}$ – модель состояний элементов, использовавшихся непосредственно перед началом мероприятия, при

выполнении работ с номерами из $\text{Pr}(q)$; $S_{K_{Fo(q)}}$ – модель состояний элементов, использующихся непосредственно после окончания мероприятия, при выполнении работ с номерами из $Fo(l)$.

Затем, на основе моделей состояний, строятся модели $M^{Cоб}$ событий, в частности:

B_q – модель начала q -го мероприятия; F_q – модель окончания q -го мероприятия; R_q – модель реализации q -го мероприятия.

Затем, на их основе, строятся модели $M^{Мер}$ мероприятий и зависимостей между состояниями мероприятий, в том числе:

$F_q(B_q)$ – модель зависимости состояния перед началом мероприятия от состояния перед его окончанием; $B_q(M_{i,u})$ – модель зависимости характеристик начала мероприятий от действий при реализации ИММ M_i , выполненных с элементами $u \in \overline{1, U}$ этих мероприятий; Y_q – модель эффектов q -го мероприятия.

На основе этих моделей и моделей мероприятий строятся модели $M^{Снос}$ способов реализации мероприятий.

На основе моделей мероприятий строятся модели M^{KM} комплексов мероприятий, например – модели $\mu_j^{мнд}$ сетей работ реализации МПД для достижения j – цели.

Кроме того, на основе моделей мероприятий строятся и модели плана $M^{Пл}$ реализации комплекса мероприятий, в частности – модель π_s сети мероприятий ИММ и модель ω . Затем, на их основе строятся модели $M^{Мне}$ множества выбора, в частности – модели множества Π . На основе моделей комплексов мероприятий строятся модели $M^{Эфф}$ эффектов мероприятий, в частности – модели \tilde{C}_j и \tilde{T}_j^{Ok} .

С помощью моделей $M^{Эфф}$ и $M^{Пл}$ строят модели $M^{ИзЭ}$ изменения эффектов при изменении плана, а затем – модели $M^{Пок}$ показателей качества (совершенства) комплекса мероприятий.

На основе базовых моделей M^R и M^S разрабатываются модели $M^{ЦО}$ целей и ограничений, на их основе – $M^{ЦЦ}$ достижения цели, а

затем и модели M^{AC} актуализации цели. Модели M^{AC} , M^P и $M^{Пок}$ позволяют построить модели $M^{ЗП}$ задачи планирования.

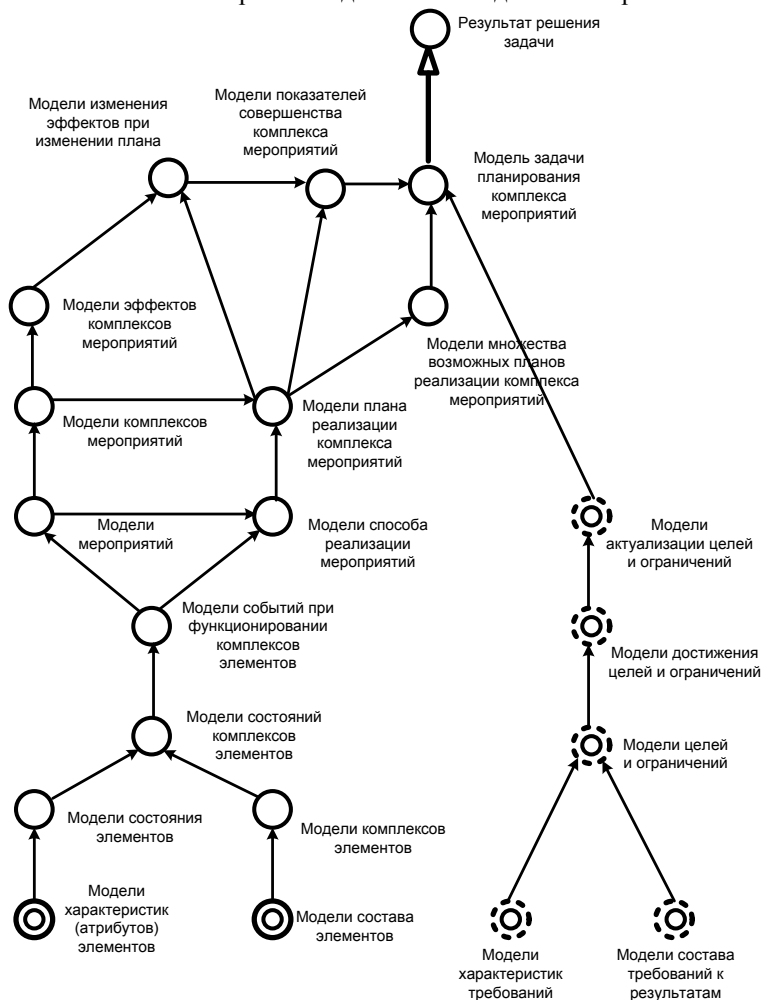


Рис. 1 Структура моделей, строящихся для решения задачи планирования ИД

Ее особенность состоит в том, что эта модель позволяет находить решение задачи автоматически, с использованием алгоритма, выполняемого на ЭВМ.

4. Фрагменты моделей, строящихся для решения задачи планирования инновационной деятельности. Ниже, на Рис. 2 приведен пример ряда фрагментов строящихся моделей и пример их связывания для получения разрабатываемой модели. Элементы моделей заданы с использованием диаграмм.

На рисунке $Z_E(\omega_2)$ – модель, относящаяся к $M^{H3Э}$ и представляющая собой функцию, сопоставляющую сценарию ω_2 множество мероприятий, затронутых ИММ. Сценарий – проекция плана на множество ИММ. Так, $\omega_2 = \{M_2\}$. Значение функции Z_E задается на дереве возможных результатов ИММ (в нижней левой части диаграммы). За счет использования $Z_E(\omega_2)$ модель комплекса ИММ (сеть из двух мероприятий в верхней левой части диаграммы) связывается с моделью комплекса МПД (сеть мероприятий в нижней правой части диаграммы). На модели комплекса МПД заданы гипердуги мероприятий, соответствующие процедурам обхода сетей для расчета тех или иных выражений. Гипердуги образуют вложенные друг в друга множества вершин сети, модель которых – дерево расчета рекуррентных соотношений (верхняя правая часть диаграммы).

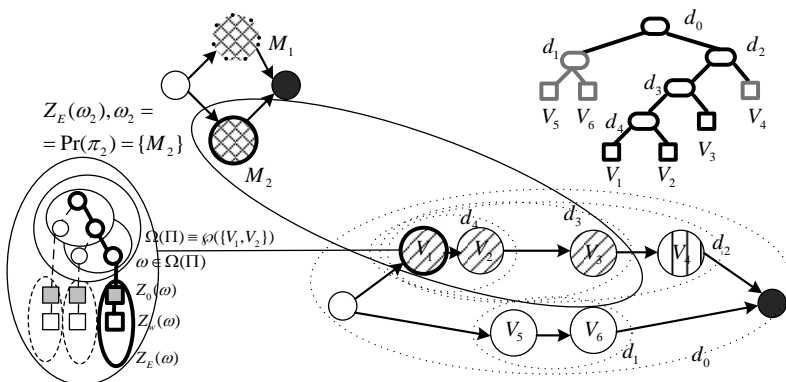


Рис. 2 Пример связывания моделей. Фрагмент модели комплекса мероприятий.

Это дерево тоже относится к моделям $M^{H3Э}$. Она задает порядок расчета алгебраических соотношений, позволяет сохранять рассчитанные части рекуррентных соотношений и использовать уже рассчитанные части, если они не изменились с предыдущего расчета.

Пример модели рекуррентных соотношений для расчета (модели вычислений) с сохранением полученных промежуточных результатов

и их последующим использованием приведен на Рис. 3. В верхней части Рис. 3 приведен пример использования сохраненных результатов при расчете \tilde{C}_j , а в нижней – при расчете \tilde{T}_j^{Ok} .

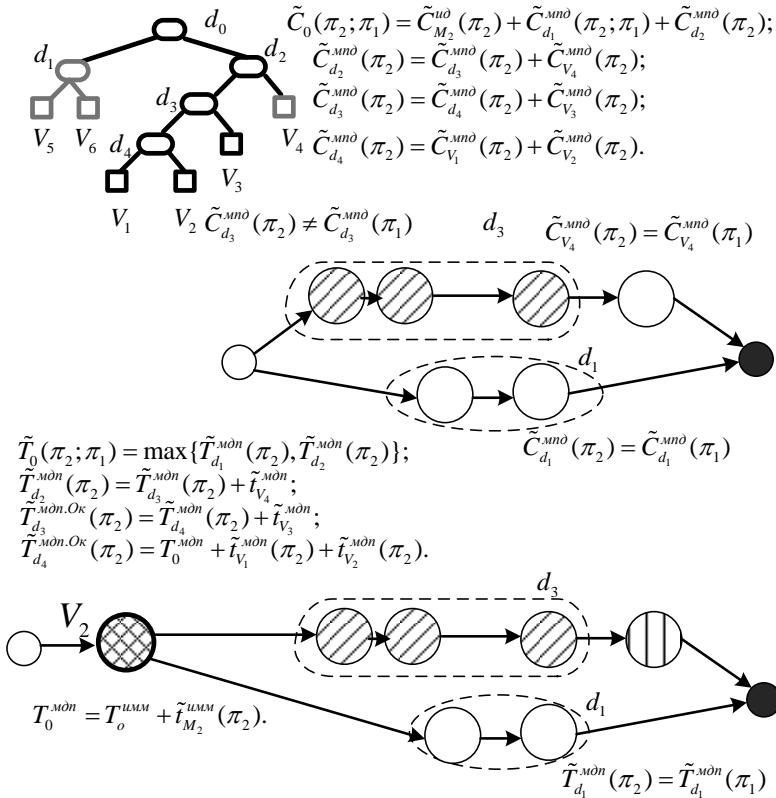


Рис. 3 Фрагмент полученной модели вычислений эффектов комплекса мероприятий

Рассмотрим подробнее примеры вычислений эффектов на полученных моделях. Расчетный пример приведен для детерминированных значений эффектов.

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

5. Метод решения задачи планирования инновационной деятельности. Полученные в результате моделирования рекуррентные алгебраические соотношения позволяют перейти к поиску решения оптимизационной задачи. Он выполняется с использованием модифицированного метода случайного поиска, базовая структура алгоритма которого показана на Рис. 4. Предложенная модификация – фрагментарно контролируемый случайный поиск – показана на Рис. 5.

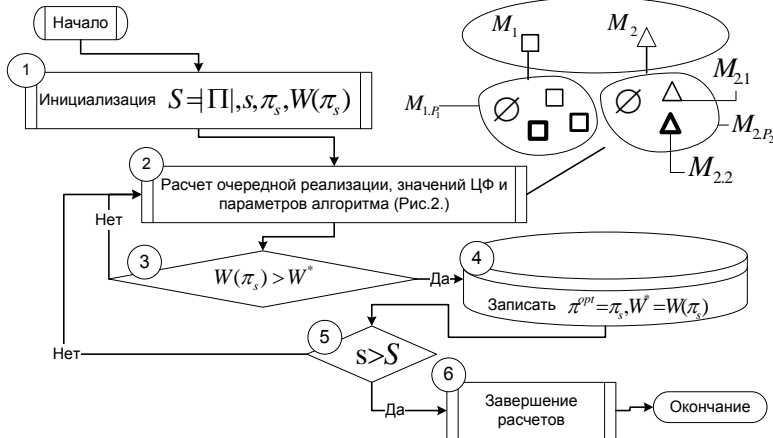


Рис. 4. Базовая структура алгоритма случайного поиска

В ней используются две особенности множества выбора, проиллюстрированные в верхней части Рис. 4. для $I = 2, P_1 = 3, P_2 = 2$.

А именно, для пары последовательно генерируемых планов, например, π_1 и π_2 , отличающихся номерами способа реализации лишь одного мероприятия (например, мероприятия M_2 , обозначенного треугольником), пара рекуррентных соотношения для расчета $W(\pi_1)$ и $W(\pi_2)$ содержит общие части, соответствующие общим частям планов π_1 и π_2 . Это дает возможность сократить вычисления для $W(\pi_2)$ после вычисления $W(\pi_1)$ (блоки 4–5 и блоки 6–9 на Рис. 5).

Анализ функционирования разработанного программного комплекса решения задачи с использованием фрагментарно контролируемого случайного поиска показал, что он позволяет сократить время решения задачи не менее, чем в 3 раза, но при этом затраты оперативной памяти возрастают на 50%.

Для реализации предлагаемого метода фрагментарно контролируемого случайного поиска важно разработать алгоритмы пересчета характеристик эффектов ИД при смене ее планов.



Рис. 5. Фрагментарно контролируемый случайный поиск

6. Алгоритмы пересчета характеристик эффектов инновационной деятельности при смене ее плана. Для пересчета характеристик эффектов разработаны алгоритм $A_C(T)$ пересчета суммарных затрат денежных средств на дереве T частей сетей мероприятий и алгоритм $A_T(T)$ пересчета момента времени окончания комплекса мероприятий. С использованием $A_C(T)$ определяются $C^{мнд}(\pi_2; \pi_1)$ (в случае, если мероприятий ИММ больше одного, и $C^{ид}(\pi_2; \pi_1)$).

Описание алгоритма $A_C(T)$ с использованием псевдокода на русском языке приведено ниже.

Рассчитать сумму

Начало

Если все непосредственные потомки этой вершины не требуют дополнительных расчетов

Начало

сложить суммы для всех листьев;

пометить вершину не требующей дополнительных расчетов;

приписать вершине полученную сумму.

Окончание

Иначе,

Если все непосредственные потомки этой вершины – листья, то:

Начало

сложить суммы для всех листьев;

пометить вершину “не требующей доп.расчетов”;
приписать вершине полученную сумму.

Окончание

Иначе

Рассчитать сумму для той вершины, начиная с левой, которая требует дополнительных расчетов

Окончание

Пример алгебраических соотношений рекуррентных расчетов при обходе дерева, приведенного на рисунке, приведен ниже.

$$\tilde{C}_0(\pi_2; \pi_1) = \tilde{C}_{M_2}^{u\partial}(\pi_2) + \tilde{C}_{d_1}^{m\partial}(\pi_2; \pi_1) + \tilde{C}_{d_2}^{m\partial}(\pi_2);$$

$$\tilde{C}_{d_2}^{m\partial}(\pi_2) = \tilde{C}_{d_3}^{m\partial}(\pi_2) + \tilde{C}_{V_4}^{m\partial}(\pi_2); \quad \tilde{C}_{d_3}^{m\partial}(\pi_2) = \tilde{C}_{d_4}^{m\partial}(\pi_2) + \tilde{C}_{V_3}^{m\partial}(\pi_2);$$

$$\tilde{C}_{d_4}^{m\partial}(\pi_2) = \tilde{C}_{V_1}^{m\partial}(\pi_2) + \tilde{C}_{V_2}^{m\partial}(\pi_2).$$

Дерево – модель вычислений строится на основе обходов сети с учетом событий при реализации ИММ.

Расчет момента окончания комплекса мероприятий реализуется на аналогичном дереве, построенном для расчета эффекта $\tilde{T}_0(\pi_2; \pi_1)$.

Алгебраические соотношения для расчета этого эффекта приведены ниже.

$$\tilde{T}_0(\pi_2; \pi_1) = \max\{\tilde{T}_{d_1}^{m\partial n}(\pi_2), \tilde{T}_{d_2}^{m\partial n}(\pi_2)\}; \quad \tilde{T}_{d_1}^{m\partial n}(\pi_2) - \text{рассчитано.}$$

$$\tilde{T}_{d_2}^{m\partial n}(\pi_2) = \tilde{T}_{d_3}^{m\partial n}(\pi_2) + \tilde{I}_{V_4}^{m\partial n}; \quad \tilde{T}_{d_3}^{m\partial n.Ок}(\pi_2) = \tilde{T}_{d_4}^{m\partial n}(\pi_2) + \tilde{I}_{V_3}^{m\partial n};$$

$$\tilde{T}_{d_4}^{m\partial n.Ок}(\pi_2) = \tilde{T}_0^{m\partial n} + \tilde{I}_{V_1}^{m\partial n}(\pi_2) + \tilde{I}_{V_2}^{m\partial n}(\pi_2).$$

Обход дерева реализуется по алгоритму $A_T(\Gamma)$. Схема алгоритма приведена ниже.

Рассчитать момент

Начало

Если (все непосредственные потомки этой вершины не требуют дополнительных расчетов)

Начало

Если вершина типа сумма *сложить суммы* по всем листьям.

Иначе если типа максимум *взять максимум* по всем листьям.

пометить вершину не требующей дополнительных расчетов;

приписать вершине полученную величину;

Окончание

Иначе

Если все непосредственные потомки этой вершины – листья, то

Начало

Если вершина типа сумма сложить суммы по всем листьям и добавить момент начала.

Иначе – если типа максимум

взять максимум времени окончания по всем листьям;
 пометить вершину не требующей дополнительных расчетов;
 приписать вершине полученную сумму

Окончание

Иначе

Рассчитать момент для той вершины, начиная с левой, которая требует дополнительных расчетов.

Окончание

Пример фрагмента моделей (в виде диаграмм), позволяющих рассчитать показатели качества ИММ и МПД, приведен на Рис. 6.

7. Порядок сбора, подготовки исходных данных и интерпретации результатов решения задачи. Для сбора, подготовки исходных данных и интерпретации результатов решения задачи разработана информационно-аналитическая система планирования ИД (ИАСПИД).

Пример копии экрана монитора при подготовке в ИАСПИД исходных данных для планирования показан на Рис. 7.

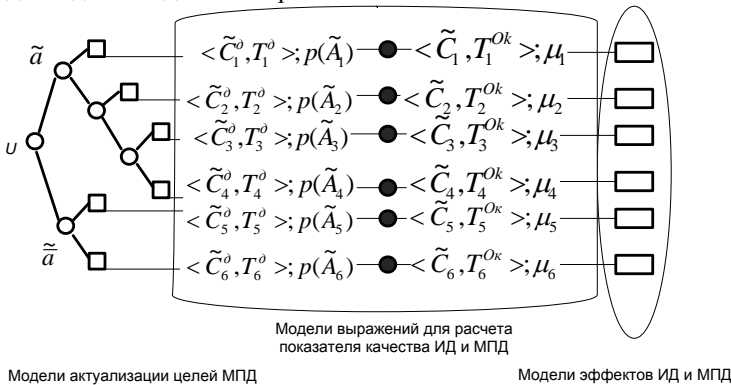


Рис. 6 Модели выражений для расчета показателей качества ИД и МПД

ИАСПИД построена на основе интегрированной системы управления проектами Spider Project Lite российских разработчиков. При этом используются интерактивные возможности и возможности интеграции системы Spider Project, а оптимизация планов ИД реализуется с использованием отдельной библиотеки в формате операционных систем Windows – Dynamic Link Libray (DLL) и интегрирующей подсистемы, выполняющей Spider Project и направляющей получаемые данные в разработанную библиотеку, конвертацию и хранение данных.

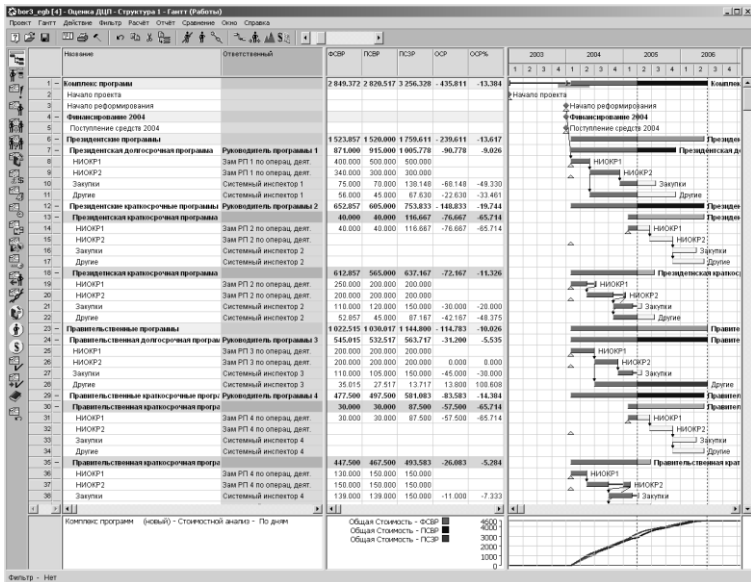


Рис. 7. Пример редактирования исходных данных

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 инновационных и модернизационных 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.

8. Заключение. 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%.

Литература

1. *Седлов Е. В.* Задача планирования инновационной деятельности // НПЖ "Отраслевые аспекты технических наук". М. 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. СПб. 2011. №4. С. 77-83.
3. *Гейда А. С.* Оценка эффектов функционирования организационно-технических систем: концепция автоматизации // Тр. СПИИРАН. СПб. 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. СПб. 2011. С. 47-59.
5. *Лысенко И. В.* Оценка качества технологических процессов: использование аппроксимирующих вероятностных моделей // Труды СПИИРАН. СПб. 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. М. 2008. №3. С. 27-38.
7. *Гейда А. С., Лысенко И. В.* Алгоритм оценивания качества обслуживания технической системы // Известия ВУЗов. Серия приборостроение. СПб. 1992. №3-4, С. 3-8.

Гейда Александр Сергеевич — к.т.н., доцент; старший научный сотрудник лаборатории информационно-аналитических технологий в экономике Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН). Область научных интересов: анализ и синтез организационно-технических, социально-экономических систем, оценивание потенциала и эффективности их функционирования. Число научных публикаций — 81. geida@iias.spb.su, СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-3257, факс +7(812)328-4450.

Лысенко Игорь Васильевич — д.т.н., профессор; заведующий лаборатории информационно-аналитических технологий в экономике Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН). Область научных интересов: моделирование, информационно-аналитические технологии, экономический анализ функционирования организационно-технических систем, программно-целевое планирование и управление, разработка теории нечетких чисел и функций с приложениями. Число научных публикаций — 223. ily@iias.spb.su; СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-3257, факс +7(812)328-4450.

Седлов Евгений Владимирович — аспирант лаборатории информационно-аналитических технологий в экономике Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН). Область научных интересов: планирование инноваций, модернизации в организационно-технических системах, оценивание успешности инноваций и модернизации в условиях риска. Число научных публикаций — 23. sedlov@list.ru, СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-3257, факс +7(812)328-4450.

Geida Alexander Sergeevich — PhD in Techniques, reader; senior researcher, Laboratory of Information-Analytic Technologies for Economics, Institution of the Russian Academy of

Sciences St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (SPIIRAS). Research interests: analysis and synthesis of techno-organizational systems, their functioning efficiency estimation, estimation of techno-organizational, socio-economical systems capabilities under risk conditions. The number of publications — 67. geida@iias.spb.su; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-3257, fax +7(812)328-4450.

Lysenko Igor Vasilievich — D.Sc. in Techniques, professor; Laboratory of Information-Analytic Technologies for Economics chief, Institution of the Russian Academy of Sciences St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (SPIIRAS). Research interests: modeling, information-analytic technologies, economical analysis of techno-organizational systems functioning, fuzzy numbers theory and it's applications. The number of publications — 223. ilys@iias.spb.su; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-3257, fax +7(812)328-4450.

Sedlov Evgeny Petrovich — Postgraduate student, Laboratory of Information-Analytic Technologies for Economics, Institution of the Russian Academy of Sciences St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (SPIIRAS). Research interests: Innovations planning, techno-organizational systems modernizations planning, qualitative estimation of innovations and modernization successfulness indicators under risk conditions. The number of publications — 67. geida@iias.spb.su; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-3257, fax +7(812)328-4450.

Рекомендовано лабораторией информационно-аналитических методов в экономике СПИИРАН, Заведующий лабораторией — д.т.н., проф. Игорь Васильевич Лысенко. Статья поступила в редакцию 12.09.2011 г.

РЕФЕРАТ

Гейда А.С., Лысенко И.В., Седлов Е.В. **Методика планирования инновационной деятельности.**

В статье рассмотрена задача планирования инновационной деятельности в условиях ограниченности ресурсов. Рассматривается такая инновационная деятельность, которая приводит к модернизации производства.

Инновация определена как новация, внедренная в практику. Введено определение инновационной деятельности как деятельности по созданию и реализации новации. Обоснованы показатели качества инновационной деятельности. Определен план инновационной деятельности.

Предложено оценивать план инновационной деятельности с использованием показателя инновационного потенциала модернизируемой производственной системы. Инновационный потенциал определен как потенциал системы, получаемый в результате инновационной деятельности. В свою очередь, потенциал системы определен как свойство системы, позволяющий использовать её для достижения любой из возможных целей.

С использованием введенных понятий выполнена вербальная и математическая постановка задачи планирования инновационной деятельности как оптимизационной задачи распределения ограниченных ресурсов.

Для решения оптимизационной задачи 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. Метод позволяет сократить объем вычислений в несколько раз в зависимости от особенностей исходных данных. Описаны алгоритмы пересчета характеристик эффектов инновационной деятельности, используемые для решения задачи планирования.

Рассмотрен порядок сбора, подготовки исходных данных и интерпретации результатов решения задачи планирования с использованием разработанной информационно-аналитической системы планирования инновационной деятельности. Полученные результаты позволяют на практике улучшить показатели успешности инновационной и модернизируемой производственной деятельности на 10-15%.

SUMMARY

Geida A.S., Lysenko I.V., Sedlov E.V. **The technique of innovation activity planning.**

The problem of innovation activity planning in the conditions of constrained resources is considered. Innovation activity is supposed to lead to manufacture modernization.

Innovation is defined as novelty put into practice. Innovation activity defined as activity to create and adopt novelties. Indicators of innovation activity quality are determined on the base of modernized system capability assessment. The plan of innovation activity is defined.

It is offered to measure the quality of innovation activity plan on the base of the modernized manufacturing system innovation capability indicator. The innovation capability is defined as the capability of system, obtained as a result of innovation activity. In turn, the system capability is defined as the property of the system allowing using it for achievement of any possible goals.

With the use of introduced concepts verbal and mathematical problem statements are justified. Problem of planning of innovation activity is formalized as the mathematical optimization problem of constrained resources distribution.

System of models complex is developed for the decision of a specified optimization problem. It allows to obtain recurrent formulas for assessment of objective function values, as well as to recalculate these values once the plan of innovation activity is changed. The method of fragmentary controlled stochastic search is offered on the base of features of developed models. The method allows to reduce calculations volume to a fraction of the previous volume depending on features of the data used. Algorithms of effects characteristics recalculation for the problem decision are described. The procedure of data acquisition, data preparation and problem solving results interpretation is considered. Information system for the planning of innovative activity is introduced.

Obtained results allow in practice to improve values of innovation and modernization indicators from 10 to 15 %.