

ВЫБОР СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМИ И ОПЫТНО–КОНСТРУКТОРСКИМИ РАБОТАМИ

Н.Н. Вилкова

Постановка проблемы

В условиях ограничения бюджетных ассигнований на проведение НИОКР резко возрастает роль и значимость рационального управления научными исследованиями и разработками [2-4].

Управление процессами создания образцов техники осуществляется на двух уровнях. Первый уровень (макроуправление) соответствует этапам перспективного планирования наукоемких разработок, формирования годового плана, размещения заказов на создание образцов техники и обеспечения их своевременного и качественного выполнения научно-исследовательскими и производственными подразделениями. Макроуправление является функцией научно-технического подразделения института. Второй уровень (локальное управление) осуществляется в процессе непосредственного выполнения заказов исполнителями и реализуется их руководством, планово-экономическими и финансово-экономическими подразделениями.

При этом локальное управление характеризуется значительной степенью неопределенности в выборе направлений разработок и распределении ресурсов между исполнителями конкретных работ. Это приводит к тому, что сроки выполнения НИОКР могут превышать плановые на 20-30%, а итоговая стоимость выполняемых работ может превосходить ориентировочную на 15 и более процентов.

В связи с изложенным, представляется актуальной и практически значимой проблема определения такой стратегии управления НИОКР, при которой минимизируются

Рассмотрены факторы повышения эффективности управления НИОКР. Представлена формальная модель описания процесса реализации НИОКР и обоснованы основные ситуационные стратегии управления их реализацией.

время и стоимость разработки техники с учётом затрат на автоматизацию [3 - 5]. Данная статья посвящена формальному описанию процесса реализации работ и выбору стратегии управления НИОКР.

Классификация факторов повышения эффективности управления НИОКР

Систематизация представлений о факторах, определяющих эффективность использования ресурсов в НИОКР, необходима для решения задач управления научно-производственной деятельностью: планирования, технико-экономических обоснований, оценки деятельности научно-исследовательской организации (НИО) и т.п. При этом классификация должна обеспечивать, с одной стороны, возможность выделения однородных групп факторов (для решения задач типа «затраты – результаты»), а, с другой стороны, выявления взаимосвязей между факторами (задачи синтеза, получение интегральных оценок и т.п.).

На рис.1 представлена схема факторов повышения эффективности управления ресурсами в НИО. Прежде всего, следует выделить факторы, влияние которых реализуется в рамках научной организации как самостоятельного объекта управления. Кроме того, большое значение имеют внешние факторы, влияние которых реализуется на уровне федеральных органов исполнительной власти. Такое деление, в известном смысле, условно, т.к. имеется связь между внешними и внутренними факторами.

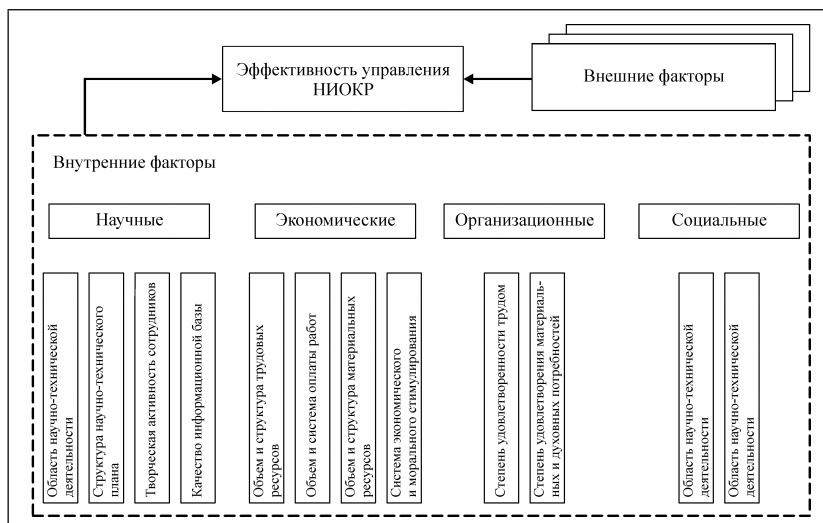


Рис. 1. Схема факторов повышения эффективности управления НИОКР



Факторы, действие которых реализуется в рамках НИО, можно разделить на четыре группы в последовательности, представленной на рис. 1.

При этом первые две группы (научные и экономические факторы) являются определяющими. Если рассматривать НИО как макроэкономическую систему [2, 3], то научные и экономические факторы действуют на входе этой системы, а организационные и социальные определяют динамическое состояние системы, выходами которой являются результаты – качество и эффективность научно – технической продукции.

В связи с развитием новых тематических направлений и сложностью разработки новой техники усложняется и возрастает масштаб исследований, что в условиях ограниченных ресурсов, выделяемых на развитие науки, приводит в настоящее время к повышению роли экономических факторов.

Таким образом, состояние и развитие уровня управления в НИО с использованием современных информационных технологий являются важнейшими факторами повышения эффективности выполнения НИОКР.

Формальное представление процесса реализации НИОКР

Одной из важнейших задач научной организации является управление НИОКР и ресурсами, включающее в себя постановку, организацию выполнения, приостановление, прекращение и выполнение работ [5].

Под ресурсом $R \in \mathfrak{R}$ понимается любой объект, который необходим для выполнения НИОКР $P \in \Pi$ и освобождается с её завершением (автоматизированное рабочее место, средство измерений, станок, технологическое оборудование, вычислительные ресурсы и т.п.), либо прекращает своё существование и требует восполнения (материалы, комплектующие изделия и т.п.).

Согласно введённому определению выполняемые работы и используемые ресурсы характеризуются множеством состояний, т.е.

$$\forall i \exists S_{P_i} = \{S_{P_i}^1, S_{P_i}^2, \dots, S_{P_i}^{N_{P_i}}\}, i = \overline{1, N_P}; \quad (1)$$

$$\forall j \exists S_{R_j} = \{S_{R_j}^1, S_{R_j}^2, \dots, S_{R_j}^{N_{R_j}}\}, j = \overline{1, N_R}. \quad (2)$$

Переход НИОКР и ресурсов в различные состояния происходит под действием внешних и внутренних событий, определяемых задачами стратегии развития и научно-техническим потенциалом организации.

Состояние программы НИОКР в любой момент времени $t \in T$ (T – типовой интервал деятельности организации: год, квартал) представляет собой точку в пространстве

$$S_{\Pi} \subseteq S_{P_1} \times S_{P_2} \times \dots \times S_{P_{N_P}}, \quad (3)$$

где $\Pi = \{P_1, P_2, \dots, P_{N_P}\}_t, t \in T$ – множество работ, выполняемых организацией на момент времени t .

Аналогичное выражение справедливо для ресурсов, т.е.

$$S_{\mathfrak{R}} \subseteq S_{R_1} \times S_{R_2} \times \dots \times S_{R_{N_R}}, \quad (4)$$

где $\mathfrak{R} = \{R_1, R_2, \dots, R_{N_R}\}_t, t \in T$.

Формальные описания состояний (3) и (4) позволяют представить процесс научно – производственной деятельности организации в виде

$$F_{TEK} = \langle S_{TEK}, \Pi \rangle, \quad (5)$$

где $S_{TEK} \subset S_{\Pi} \times S_{\mathfrak{R}}$ – выражение, определяющее текущее распределение ресурсов по работам.

Рассмотрим возможность введённого формального аппарата для описания характерных состояний работ в процессе их реализации.

К факторам, существенно влияющим на процесс успешного проведения НИОКР, относятся:

- критические участки работы – такое ее состояние $S_{P_i}^j \in S_{P_i}$, которое предполагает использование неделимego ресурса R_j ;
- блокирование работы в состоянии $S_{P_i}^j \in S_{P_i}$, если для текущего состояния организации не существует ни одного состояния $S_{P_i}^q \in S_{P_i}$, позволяющего продолжить (завершить) данную работу $S_{P_i}^j \rightarrow S_{P_i}^q$. конфликт – пребывание двух или более работ P_i, P_r, \dots в заблокированных состояниях $S_{P_i}^j \in S_{P_i}, S_{P_r}^j \in S_{P_r}$ по причине их вхождения в критические участки относительно ресурса R_j ;
- тупиковое состояние заблокированной работы $S_{P_i}^j \in S_{P_i}$, если она заблокирована во всех состояниях независимо от текущей реализации программы НИОКР $S_{TEK}^r \in \Pi_i$.

Заблокированная работа P_i находится в тупиковом состоянии $S_{P_i}^j \in S_{P_i}$, если она заблокирована во всех состояниях независимо от текущей реализации программы НИОКР $S_{TEK}^r \in \Pi_i$.

Возникновение в процессе деятельности организации конфликтных и тупиковых ситуаций приводит к срыву сроков, снижению качества выполнения НИОКР и, как следствие, снижению эффективности деятельности организации. Поэтому управление организацией должно строиться на основе оптимальной стратегии управления НИОКР.

Ситуационные стратегии управления НИОКР

Эффективность выполнения НИОКР достигается при использовании следующих стратегий:

- исключение возможности возникновения тупиков в ходе выполнения работ для типового интервала деятельности организации на этапе планирования распределения ресурсов;
- минимизация числа тупиковых ситуаций, их своевременное обнаружение и восстановление нормального ритма выполнения работ.

Причем необходимо выбрать такую стратегию управления ограниченными ресурсами при выполнении НИОКР, при которой на типовом интервале достигается наибольшая эффективность научно-производственной деятельности организации.

В общем случае первая стратегия управления НИОКР, принципиально исключающая возникновение тупиковых ситуаций, как правило, не позволяет выполнить работы в установленные сроки, не обеспечивает высокой степени использования ресурсов организаций и требует значительных затрат на реализацию [1]. Кроме того, стохастический характер априорной информации о выполнении работ не позволяет использовать стратегии управления в реальном времени. Поэтому выбор наилучшей стратегии управления НИОКР связан, в основном, с минимизацией числа кон-

фликтных ситуаций, разработкой эффективных алгоритмов распознавания тупиковых ситуаций и выхода из них.

Известные алгоритмы выявления тупиковых ситуаций характеризуются или высокой ресурсоёмкостью, или ограниченностью по своим функциональным возможностям. Предлагаемый алгоритм эффективен для наиболее общего случая распределения повторно используемых разделяемых ресурсов.

Если представить текущее состояние выполнения НИОКР взвешенным графом, то распределение ресурсов можно описать соотношением

$$\forall j \left(\left(\sum_{i=1}^{N_P} \overline{\lambda_{ji}} + \sum_{i=1}^{N_P} \lambda_{ij} \right) \leq w_j \right), \quad (6)$$

где $\overline{\lambda_{ji}}$ - элемент ресурса j -го типа, выделенный работе P_i ; λ_{ij} - элемент ресурса j -го типа, запрашиваемый работой P_i .

При этом любая работа P_i приостанавливается, если она выдала запрос на ресурс R_i , причём

$$\sum_{i=1}^{N_P} (\overline{\lambda_{ji}} + \lambda_{ij}) > w_j. \quad (7)$$

Текущее состояние работ и ресурсов полностью характеризуется матрицей распределения ресурсов

$$W_P = \left\| w_{ji}^P \right\|, \quad i = \overline{1, N_P}, \quad j = \overline{1, N_R}, \quad (8)$$

где w_{ji}^P - количество ресурсов j -го типа, выделенных работе P_i и

$$w_{ji}^P = \sum_{(R_j, P_i)} \overline{\lambda_{ji}}$$

(сумма берётся по всем дугам, соединяющим вершины R_j и P_i , как показано на рис. 2); матрица запросов на ресурсы записывается

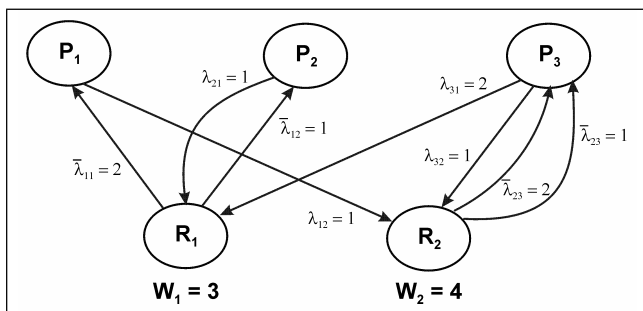
$$W_3 = \left\| w_{ij}^3 \right\|, \quad i = \overline{1, N_P}, \quad j = \overline{1, N_R}, \quad (9)$$

где w_{ij}^3 - количество ресурсов j -го типа, запрашиваемых работой P_i и

$$w_{ij}^3 = \sum_{(R_j, P_i)} \lambda_{ij};$$

вектор наличных ресурсов организации составляет

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_{N_R}); \quad (10)$$



$$W = (3, 2), \quad W_{CB} = (0, 1).$$

Рис. 2. Представление работ и ресурсов взвешенным графом

вектор свободных ресурсов определяется выражением

$$W_{CB} = (w_{CB_1}, w_{CB_2}, \dots, w_{CB_{N_R}}), \quad (11)$$

$$\text{где } w_j^{CB} = w_j - \sum_{i=1}^{N_P} w_{ji}^P.$$

Очевидно, что с введением W_P, W и W_{CB} по соотношениям (8) – (11) условие (7) сводится к виду $\lambda_{ij} > w_j^{CB}$.

Если некоторая работа P_i заблокирована по ресурсу R_j в соответствии с условием (7), то будем считать, что она блокируется всякой незаблокированной работой P_q , для которой выполняется условие $w_{jq}^P \neq 0$. В соответствии с этим условием строится матрица блокировки работ

$$B = \left\| b_{kl} \right\|, \quad k, l = \overline{1, N_P}, \quad (12)$$

где

$$b_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{если работа } P_k \text{ заблокирована работой } P_l \\ & \text{по некоторому ресурсу } R_j, \text{ т.е. } \lambda_{kj} > w_j^{CB} \wedge w_{jl}^P \neq 0; \\ 0 & \text{– в противоположном случае.} \end{cases}$$

Алгоритм поиска тупиковых ситуаций основан на последовательном применении двух итерационных процедур сокращения и коррекции матрицы блокировок B . Если матрица блокировок работ не является полностью сокращаемой, то выполнение работ в организации находится в тупиковом состоянии.

Практическая реализация и внедрение результатов исследований

Предложенная методика реализуется в НИР по созданию распределенной интеллектуальной системы поддержки принятия решений по управлению процессами создания техники в ходе проводимых в институте НИОКР.

Предложенная стратегия управления использована в САПР института ЗАО «МНИТИ» и обеспечивает оперативное обнаружение и исключение тупиковых ситуаций в автоматизированном режиме.

Литература

1. Назаров С.В. Операционные системы специализированных вычислительных комплексов: Теория построения и системного проектирования. – М.: Машиностроение, 1989. – 400 с.
2. Ануфриев И.К., Вилкова Н.Н. Автоматизация экономического управления предприятием в условиях налоговой системы // Научно – технический сборник «Техника средств связи». – М.: 1991.
3. Ануфриев И.К., Бурков В.Н., Вилкова Н.Н., Рапацкая С.Т. Модели и механизмы внутрифирменного управления. – Препринт. – ИПУ РАН. – 1994.
4. Барсуков А.Г., Дудко В.К. Направления автоматизации процессов макроуправления созданием образцов техники//Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. – 2005. - №1,2. – С. 29 – 32.
5. Г.Я. Гольдштейн. Стратегические аспекты управления НИОКР. Таганрог: ТГРУ, 2000. – 244 с.