

Комков Н.И., Сутягин В.В.

Управления разработкой и реализацией технологий нового поколения

Аннотация: Рассматриваются вопросы управления разработкой и реализацией технологий нового поколения. Известное представление процесса полного жизненного цикла процесса разработки и реализации технологии нового поколения в виде логистической кривой уточнено в рамках пространства: индекс конкурентоспособности интенсивность разработки технологий нового поколения. Сформулирована задача управления созданием технологий нового поколения как задача наиболее быстрой реализации проектов поиска инновационных решений, отвечающих требованиям конкурентоспособности, а также рассмотрены математические модели сформулированной задачи.

Ключевые слова: технология, новое поколение, модернизация, прогноз, управление

Перспективы инновационно-технологического развития многие связывают с необходимостью разработки и создания прорывных технологий, т.е. семейства технологий, влияющих на значительные масштабы и объемы эффективных и конкурентоспособных современных производств. Возможности разработки прорывных технологий предполагают использование потенциала фундаментальных исследований, проводимых в рамках поисковых ориентированных исследований. Организация таких исследований и последующее использование их результатов возможно при соблюдении условий обеспечения полного инновационного воспроизводственного цикла, где предполагается последовательная трансформация инновационных идей в конкурентоспособные технологии, включающие создание перспективных производств. В теории инновационно-технологического развития в качестве важнейшей характеристики учитывается поколение технологии, которое представляет собой совокупность модернизируемых, т.е. улучшаемых технологий, основанных на исходных теоретических и практически реализуемых решений, обладающих перспективной инновационной целесообразностью и практической полезностью. Поколение технологий отличает теоретическая преемственность

инновационных идей и инновационных решений; возможность модернизации, т.е. улучшения характеристик технологий; сохранение потенциала конкурентоспособности; рыночная привлекательность.

Для обеспечения стабильного развития отечественной экономики, необходимо обладание достаточным потенциалом конкурентоспособности, достижение которого возможно на основе целевых методов управления развитием, поиска перспективных инновационных решений и новых технологий.

Среди возможных новых факторов развития многие называют три основных: 1) укрепление потенциала ОПК и ожидающееся масштабное его использование в интересах гражданских отраслей; 2) освоение Арктики; 3) восстановление инновационного потенциала развития экономики. Все эти три фактора тесно взаимосвязаны, а освоение богатых ресурсов Арктики требует, с одной стороны, защиты ее запасов от агрессивных конкурентов, а с другой – необходимость создания эффективных отечественных инновационных решений и технологий, способных рентабельно и с высокой эффективностью осваивать запасы Арктики.

Стратегическая важность вхождения России в число мировых технологических лидеров обусловлена следующими обстоятельствами. Во-первых, технологии – это универсальный стратегический товар, обладание которым обеспечивает его владельцу конкурентное преимущество. Во-вторых, владение таким конкурентным превосходством позволяет стране-лидеру координировать свои взаимоотношения со странами, входящими в различные союзы со страной-лидером. Наличие у страны-лидера собственных технологий не менее значимо, чем значительные объемы ресурсов и мощный военный потенциал. В-третьих, передовые уникальные технологии не являются в полном смысле свободным рыночным товаром, доступным любому покупателю, обладающему достаточными для его приобретения финансовыми средствами. В определенном смысле передача уникальных технологий осуществляется в соответствии с «правилами закрытого клуба», что дает возможность конкурентного превосходства его членам над теми странами, которые в него не входят.

России в 90-х годах уникальные технологии как не члену клуба технологических лидеров не были необходимы, а в начале XXI века

руководством РФ была осознана необходимость диверсификации экономики с опорой на инновационные решения и новые технологии. Такие технологии стали недоступными из-за нежелания США и стран ЕС видеть РФ в числе технологических конкурентов.

В настоящее время в силу сложившихся экономических условий (отсутствие устойчивого экономического рынка) и низкого уровня финансирования научно-технической сферы бизнесом, ответственная инициативная поддержка перспективных технологий нового поколения невозможна без активного государственного участия. 10 июля 2019 года между правительством РФ и рядом крупнейших организаций с государственным участием (ПАО Сбербанк, ОАО «РЖД», госкорпорацией «Росатом», госкорпорацией «Ростех») было подписано соглашение о намерениях с целью развития отдельных высокотехнологичных направлений [1]. При подписании соглашения о намерениях Президент РФ Путин В.В. отметил, что включение в состав соглашения направления («Искусственный интеллект», «Квантовые коммуникации», «Технологии распределенного реестра», «Квантовые вычисления», «Квантовые сенсоры», «Новые поколения узкополосной беспроводной связи для «Интернета вещей и связи ближнего и среднего радиусов действия», «Беспроводная связь нового поколения») являются ключевыми высокотехнологичными направлениями, способными обеспечить прорыв для экономики России. При этом Правительство РФ готово оказать всестороннюю поддержку участвующим в этом соглашении партнерам, включая финансовую и налоговую, а также в создании комфортной регуляторной среды [1].

Важной оценкой потенциала технологий является максимальный теоретически возможный уровень индикатора, значение которого может быть обосновано теоретически и подтверждено практической реализацией технологий. С учетом четырех компонент комплексной (организованной) технологии [2] достижение теоретически возможного уровня потенциала технологии зависит от характеристик используемого оборудования, организованного труда и системы управления. Поэтому при формировании Проекта «Поиск инновационного решения»

целесообразно согласовывать потенциал самой технологии с используемым для ее реализации оборудованием.

Для описания динамики процессов инновационного развития и перехода от инноваций к технологиям обычно используют понятие полного жизненного цикла (ПЖЦ) [3]. Он начинается со стадии фундаментальных исследований, результаты которых переходят на стадию теоретико-прикладных исследований, где формируются теоретические реализуемые и практически полезные модели технологий, создаваемые в форме проектов и промышленных объектов, используемых на практике и завершающихся утилизацией этих технологий, отработавших свой срок [4,5].

В состав основных проектов реализации ПЖЦ входят следующие восемь: поиск инновационных идей, выбор инновационного решения, проектирование технологии, опытно-промышленная реализация технологии промышленная эксплуатация технологии, модернизация технологии, завершение модернизации и эксплуатации технологии, утилизация.

В работах [6,7] описание процесса ПЖЦ технологии одного поколения рассматривается в пространстве $U \times T$, где: U - полезность, T – время. Такое описание удобно при ретроспективном анализе. Для прогнозирования и управления реализацией одного поколения необходимо более конкретно определить координаты пространства. Поэтому ординаты для принятия решений соответствуют уровню потенциала технологии, который можно измерить с помощью индекса I ; $I \in [0,1]$, который является сверткой вектора производственно-технологических показателей (к.п.д., производительность, энергоемкость, материалоемкость, трудоемкость, текущие затраты и др.) и показателей, характеризующих качественные признаки (цена, себестоимость, надежность, текущие и капитальные затраты в рамках жизненного цикла и др.). Конструкция индекса зависит от особенностей рассматриваемой технологии. Можно рассматривать такой индекс как показатель конкурентоспособности, где числитель I_q - соответствует качеству, а знаменатель $I_{полн}$ - стоимости такого качества, т.е. $Z = I_q / I_{полн}$. С учетом введенного показателя уровня технологии и показателя ПЖЦ технологии содержательно динамика изменения потенциала конкурентоспособности технологий одного

поколения может быть представлена в пространстве $I \times Z$ в виде логистической кривой.

Создание поколений технологий – сложный, распределенный во времени и пространстве процесс организации взаимодействия коллективов исследователей, разработчиков, инженеров и квалифицированных исследователей. Многостадийность процесса обоснования разработки и создания совокупности технологий одного поколения обусловлена разной специализацией участников этого процесса, охватывающего полный инновационный воспроизводственный цикл: от ориентированных фундаментальных и поисковых исследований до разработки и реализации новых технологий в производстве, включая последовательную модернизацию технологий.

Полный жизненный цикл разработки и создания технологий одного поколения, составляет от 5 до 50 лет и более. Технологии с коротким ПЖЦ наблюдаются в создании ИТ технологий и компьютеров, а с длинным – для машин и механизмов.

Общая схема управления разработкой и освоением технологии нового поколения имеет два уровня. На нижнем уровне рассматривается задача управления проектом, имеющим обозначенный на входе результат $R = R(r_1, r_2, \dots, r_n)$ и результат на выходе $S = S(s_1, s_2, \dots, s_m)$. Для выполнения проекта и перехода от R к S используется оператор $F: R \rightarrow S$.

Реализация F возможна на основе построения сетевой модели в форме ориентированного графа $G = G(K, L)$ без циклов и петель, где K - множество вершин, L - множество операций (работ) по переходу между вершинами; например, по переходу от $k_i \in K$ к $k_f \in K$. Каждая операция $l_{ij} \in L$ имеет определенную стоимость C_{ij} , длительность t_{ij} , а вероятность P_{RS}^V сохранения исходного технологического уровня, располагаемого в начальной вершине k_0 , при достижении проектом конечного состояния k_m .

Построение зависимости длительности от общей стоимости выполнения проекта при ограничении установленной трудоемкости, допустимом риске и сохранении потенциала конкурентоспособности на требуемом уровне предполагает построение необходимой математической модели. Для этого, пользуясь вариантным ресурсным обеспечением каждой работы, необходимо решить следующую параметрическую задачу.

Найти

$$\min C = C(T, V, P^V, F) \quad (1)$$

При ограничениях

$$T = T_{\text{кр}}(R, T, V, D), \quad T = \overline{T_{\text{min}}, T_{\text{max}}}; \quad (2)$$

$$\sum_{d=1}^D \sum_{ij}^S v_{ij}^{k(d)} \cdot x_{ij}^d \leq v_{\text{max}}^k, \quad k \in K; \quad (3)$$

$$\sum_{d=1}^D \sum_{ij}^S C_{ij}^d \cdot x_{ij}^d \leq C, \quad C = \overline{C_{\text{max}}, C_{\text{min}}}; \quad (4)$$

$$\prod_{ij}^S \sum_{d=1}^D P_{ij}^{V(d)} \cdot x_{ij}^d \geq P_{\text{зад}}^V; \quad (5)$$

$$F_1(x) \geq F_1^{\text{зад}}, F_2(x) \geq F_2^{\text{зад}}, \dots, F_n(x) \geq F_n^{\text{зад}} \quad (6)$$

$$x_{ij}^d = \{0, 1\};$$

где: $T_{\text{кр}}$ - длительность критического пути сетевой модели проекта; $v_{ij}^{k(d)}$ - d -й вариант интенсивности выполнения r_{ij} работы с затратами труда -го вида; K - множество номеров трудозатрат; C_{ij}^d - стоимость выполнения r_{ij} работы при d -м варианте интенсивности. v_{max}^k - максимальные трудозатраты k -го вида; $P_{\text{зад}}^V$ - допустимый уровень риска; $P_{\text{доп}}^V \in [0, 1]$, $F_1(x)$, $F_2(x)$, ..., $F_n(x)$ - значение показателей конкурентоспособности; $F_n^{\text{зад}}$ - допустимое значение h -го показателя конкурентоспособности; $x_{ij}^d = 1$ d -го варианта интенсивности r_{ij} работы, при $x_{ij}^d = 0$ - нет.

Предлагаемый подход к управлению проектами состоит в максимальном уплотнении сроков выполнения работ так, чтобы все пути, ведущие из начальной вершины r_0 в конечную r_n , были близки друг другу и равны критическому пути. Возможные риски своевременного завершения работ учитываются в оценке субъективной вероятности успешного завершения каждой работы, общий риск учитывается при выборе окончательного варианта, а величина риска может учитываться в механизме стимулирования выполнения проектов, изложенным в работе [2].

Литература:

1. Указ Президента РФ «О национальных целях и практических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425>. – (Дата обращения: 20.09.2019).
 2. *Комков Н.И., Бондарева Н.Н., Романцов В.С., Диденко Н.И., Скрыпнюк Д.Ф.* Методологические и организационные основы управления развитием компаний. – М.; С-Петербург, 2015. – 520 с.
 3. *Комков Н.И., Селин В.С., Цукерман В.А.* Инновационная экономика: энциклопедический словарь-справочник. – М.: МАКС Пресс, 2012. – 542 с.
 4. *Solow R.M.* A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics. – 1956. – Vol. 70, №.1. – P. 65–94.
 5. *Александров Н.И., Комков Н.И.* Моделирование и организации и управление решением научно-технических проблем. – М.: Наука, 1988. – 216 с.
 6. *Комков Н.И., Кулакин Г.К.* Технологические инновации: создание, применение, результаты // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 5. – С. 339–405.
-