

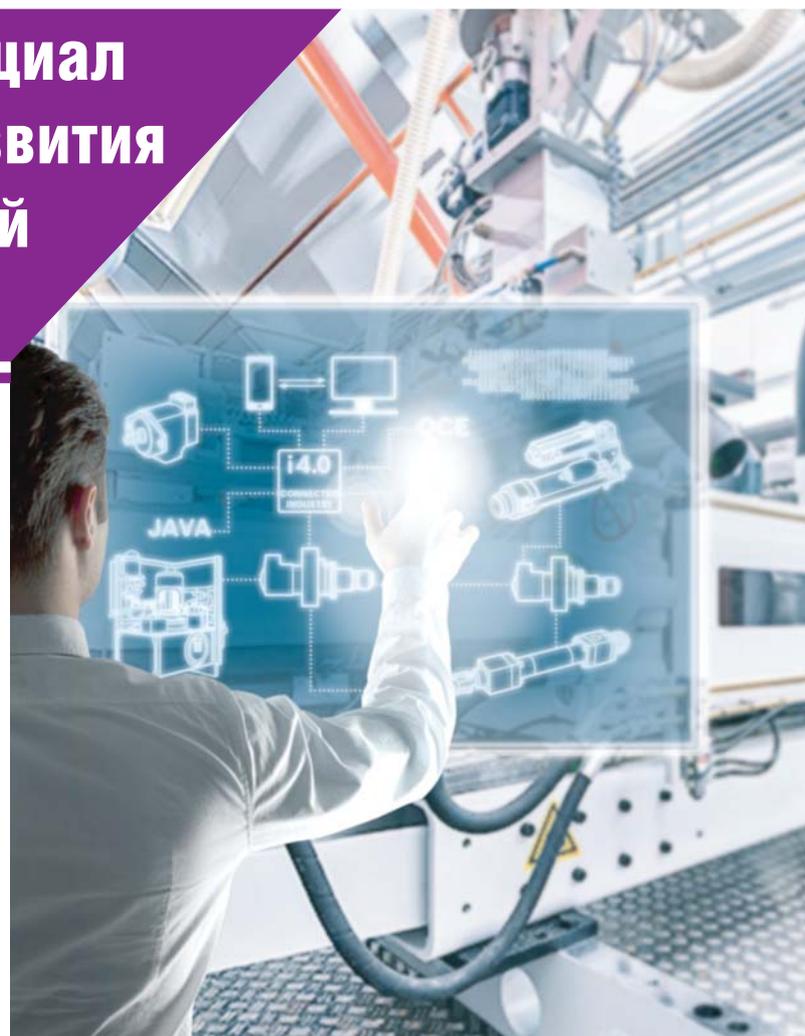
**Моргунов Юрий Алексеевич** — профессор кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» Московского политехнического университета, кандидат технических наук, доцент.

**Yurii A. Morgunov** — Moscow Polytechnic University.

*Автор выражает признательность доктору технических наук, профессору Б.П. Саушкину за участие в обсуждении настоящей работы и ценные замечания по ее содержанию.*

## Инновационный потенциал и оценка резервов развития наукоемких технологий машиностроения

Одним из путей экономического развития, формирующих основу современной теории инноваций, является внедрение нового, то есть в данной отрасли промышленности еще практически неизвестного, метода (способа) производства. Это положение, выдвинутое Йозефом Шумпетером и дополненное в конце XX в. положением об определяющей роли науки в технологическом развитии, лежит в основе технологической (производственной) составляющей инновационной деятельности [1]. В современной литературе к технологическим инновациям относят не только создание и внедрение принципиально новых технологий, но и улучшение, усовершенствование известных существующих технологий [2]. Следует отметить, что результатом технологических инноваций является как создание продуктов или услуг с новыми или улучшенными



УДК 330.101

Инновационный потенциал технологии (ИПТ) представляет собой совокупность единичных показателей, отражающих способность технологической системы к развитию. Анализ позволяет интерпретировать ИПТ как характеристику научно-технического потенциала (НТП), представляющую собой малое приращение функции, описывающей НТП технологической системы или ее подсистемы за малый наперед заданный промежуток времени в окрестностях рассматриваемой временной точки. Такое представление позволяет оценить резервы развития технологии и наметить эффективные пути ее развития.

### *Ключевые слова*

Технологические инновации, инновационный потенциал технологии, научно-технический потенциал, резервы развития технологии.

потребительскими свойствами, так и снижение издержек производства при выпуске продукции однородного качества, а также улучшение социальных условий труда и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. Несмотря на большое число публикаций [3–8], посвященных оценке инновационного потенциала (ИП) социально-экономических систем, инновационная деятельность в области производственных технологий изучена недостаточно, особенно в рамках одного предприятия (микроуровень) или группы предприятий (мезоуровень). Так, отсутствуют методики оценки потенциальных возможностей технологии, обоснования наиболее эффективного в данных условиях направления ее развития, трансформации и адаптации существующих технологий к задачам нового технологического уклада.

Это затрудняет инновационную деятельность на уровне предприятия или группы предприятий и в ряде случаев сводит ее к обновлению станочного парка.

По данным работы [2], доля инвестиций, связанных с технологическими нововведениями, в российской промышленности значительно ниже доли инвестиций в основной капитал, лишь около 10% предприятий России осуществляют технологические инновации в своей деятельности.

### Постановка задачи

В практической деятельности машиностроительных предприятий, групп предприятий и отраслей приходится решать ряд технологических задач, связанных с нововведениями, которые представлены на *рис. 1* в качестве процедур (этапов) алгоритма инновационной деятельности в технологических системах с учетом ограниченности ресурсов.

В научно-исследовательских организациях, призванных генерировать нововведения на уровне физико-технических эффектов, основанных на них методах обработки материалов и способах реализации этих методов [9], также возникает задача обоснования и оценки объема инвестиций в НИОКР для доведения новых эффектов и методов до уровня производственных технологий с последующим внедрением и коммерциализацией. Эта задача значительно сложнее упомянутых ранее, поскольку ее приходится решать в условиях неопределенности при недостатке многих данных для обоснования решения. Поэтому коммерческие риски инвесторов на данной стадии достаточно велики.

Таким образом, при решении инновационных задач в научно-технологической подсистеме инновационной социально-экономической системы необходим некоторый показатель, характеризующий потенциальные, скрытые возможности подсистемы или ее элементов к развитию, совершенствованию. В качестве такого показателя используют *инновационный потенциал технологий* (ИПТ), который отражает ее готовность и способность к нововведениям. На научно-исследовательской стадии инновационного процесса можно говорить об инновационном потенциале метода обработки (ИПМ), лежащего в основе некоторого направления развития технологий.

Инновационный потенциал технологии является системным объектом, поэтому необходимо уточнить его структуру и функцию, методику построения и оценки.

### Общая характеристика технологических инноваций

Несмотря на широкое использование понятия «инновационный потенциал», в экономической литературе нет его единого общепринятого

## Innovative Potential and Assessing Reserves of the High-Tech Engineering Technologies Development

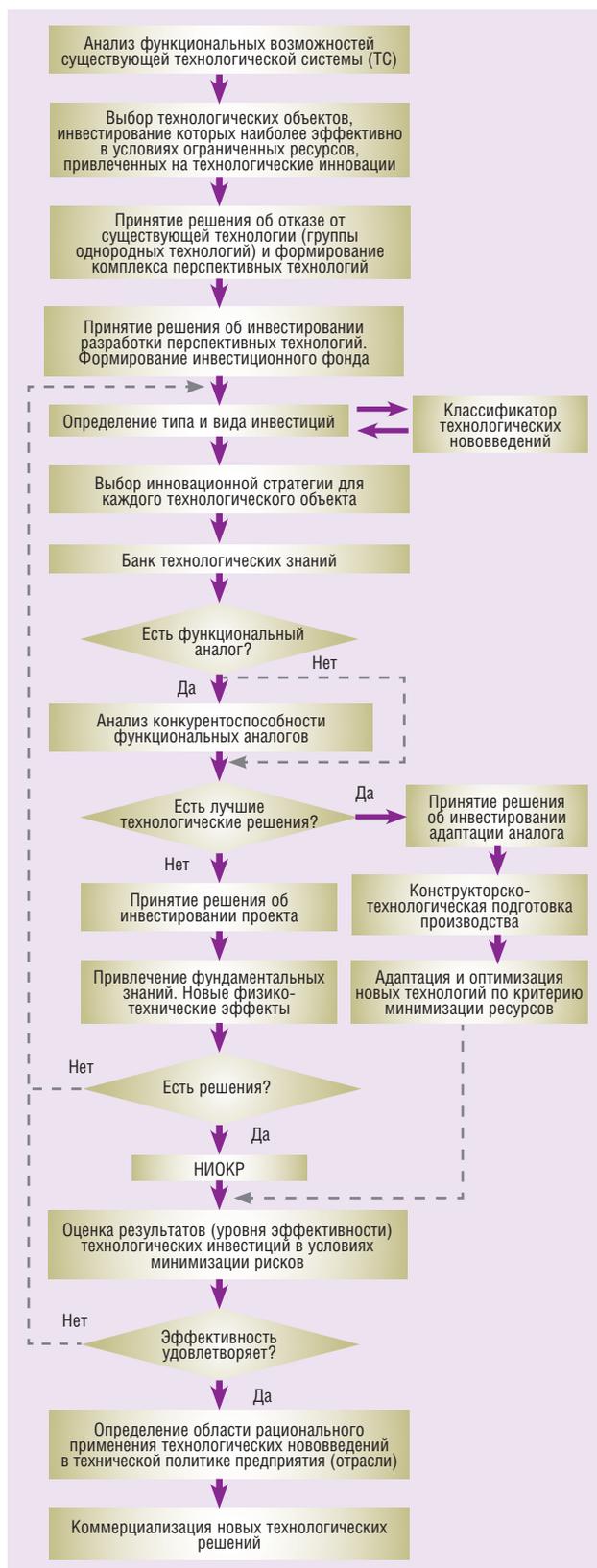
Innovative potential of technology (IPT) is a set of single indicators reflecting the ability of a technological system to develop. Analysis allows us to interpret IPT as a characteristic of scientific and technical potential (STP) constituting a small increment of the function that describes the NTP of a technological system or its subsystem for a small predetermined period of time in the vicinity of the considered time point. This idea allows us to estimate the reserves of technology development and outline effective ways for its development.

### Keywords

Technological innovations, innovative potential of technology, scientific and technical potential, technology development reserves.

Рисунок 1

Алгоритм инновационной деятельности в технологических системах



определения, отмечены разночтения по составу и содержанию [3, 6]. В [3] предложена классификационная модель ИП, в которой по уровням инновационной деятельности выделяют инновационный потенциал страны, региона, отрасли, предприятия, проекта. Каждый из них отражает способность соответствующей социально-экономической системы к развитию. Так, *инновационный потенциал предприятия* характеризует способность предприятия к развитию через инновационно-инвестиционную деятельность.

Он оценивается с помощью выявления жизненного цикла продукции предприятия, анализа и прогнозирования финансового состояния, инновационных качеств, предполагаемой к выпуску новой продукции.

*Инновационный потенциал проекта* отражает способность предприятия воплотить инновационную идею в новом или усовершенствованном продукте, реализуемом на рынке, новом или усовершенствованном технологическом процессе (ТП), используемом в практической деятельности, новой или усовершенствованной услуге. Его оценку производят с помощью показателей, характеризующих совокупность различных видов ресурсов, включая материальные, финансовые, интеллектуальные, информационные, научно-технические и иные ресурсы, необходимые для осуществления инновационного проекта. Из представленного определения [3] следует, что ИПТ можно рассматривать как частный случай ИП проекта, характеризующий его технологическую составляющую.

Таким образом, *нижним уровнем производственной системы, на котором целесообразно говорить об ИПТ, является технологический процесс*, поскольку любой ТП имеет резервы развития и совершенствования и при наличии инновационной идеи и стратегии может быть вовлечен в инновационную деятельность более высоких иерархических структур.

Технологическая терминология отражена в ГОСТ 3.1109-82 «Термины и определения основных понятий». Термин «технология» в нем отсутствует, а в технической литературе используют множество различных определений этого понятия. Кроме того, начиная с 1990-х годов появились новые технологические термины: базовые, критические, прорывные, ключевые технологии, описание которых приведено, например, в работах [8, 10]. Анализ показывает, что инновационная деятельность в сфере технологий

может относиться к различным объектам и преследовать разные цели.

Технологические (процессные) инновации разделяют на четыре типа в зависимости от радикальности воздействия на социально-экономическую среду (*табл. 1*).

С учетом сказанного в *табл. 2* приведены некоторые виды технологических инноваций и их характеристики. Несмотря на большое разнообразие технологических инноваций, исходные материалы для разработки инновационной стратегии и прогнозирования результата осно-

вываются на оценке инновационного потенциала технологии.

Две причины вызывают необходимость в инновационной деятельности в области технологий. Во-первых, диалектика развития производства порождает технологии, обладающие новыми возможностями, что рано или поздно заинтересует рынок. Такой точки зрения придерживался Й. Шумпетер [1]. Так, например, развитие лазерной техники и цифровых технологий привело к созданию технологий послойного спекания и плавления, которые активно занимают новую нишу машиностроительного рынка [12, 13]. Во-

Таблица 1

Основные типы инноваций [11]

Тип инновации	Характеристика инновации
1. Инкрементная инновация	Постепенное, на основе традиционных повседневных разработок изменение, иногда проходящее спонтанно, незаметно, но имеющее существенное значение для развития конкретного производства
2. Радикальная инновация	Результат длительных целенаправленных научно-технических разработок, которые приводят обычно к смене технологии и способствуют заметным изменениям в микро- или макроэкономике
3. Новые технологические системы	Глубокие изменения в технологии, затрагивающие несколько ветвей экономики, стимулирующие появление целых секторов производства и потребления. Соответствующие изменения обычно основаны на сочетании инноваций 1 и 2 и сопровождаются организационными и управленческими нововведениями
4. Смена технико-экономической парадигмы	Глубокие (революционные) изменения в технологии, оказывающие существенное влияние на экономику в целом

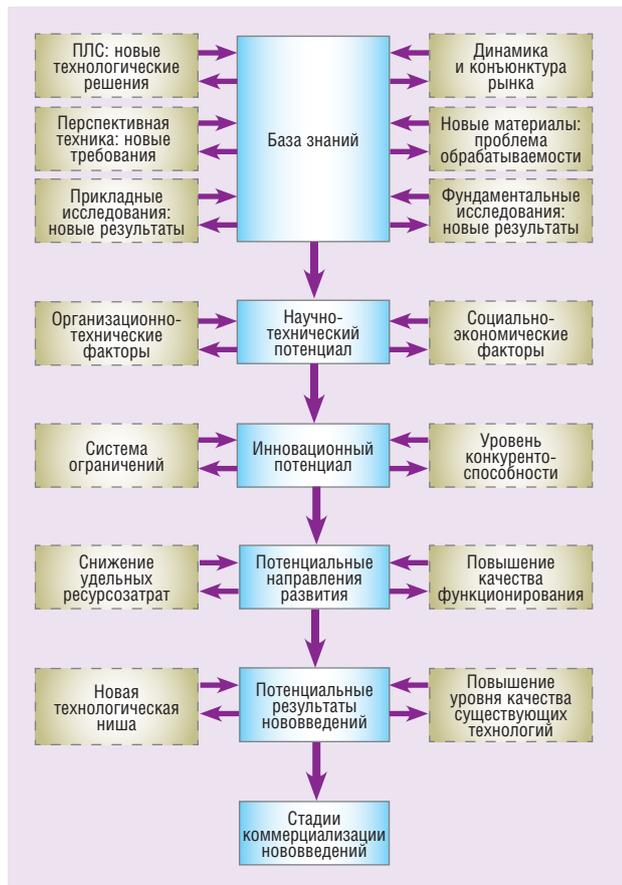
Таблица 2

Виды технологических инноваций и их характеристика

Объект инновационной деятельности	Цель и характеристика	Тип	Пример
Технологии, формирующие новый технологический уклад	Изменение социально-экономической мотивации развития. Смена основных базовых технологий [1]	4	Микроэлектронная революция, новые энергетические и ресурсные технологии
Критические технологии	Междисциплинарный характер, широкая межотраслевая сфера применения для производства новых товаров и услуг	3	Лазерные и элионные технологии. Аддитивное послойное спекание
Прорывные технологии	Скачкообразное и существенное улучшение отдельных технико-экономических показателей: производительности, длительности технологического цикла и пр.	2, 3	Создание многоцелевых станочных систем с ЧПУ, аддитивные технологии формообразования
Ключевые технологии	Новые или существенно улучшенные технологические возможности	2, 3	Технологии производства изделий из композиционных материалов и необходимое для этого оборудование
Технологические проекты, ориентированные на технологический сегмент предприятия	Инновации осуществляются на всех стадиях инновационного процесса и во всех сегментах производственной деятельности. Ожидаемый результат — комплексное улучшение основных технико-экономических показателей хозяйственной деятельности предприятия. Освоение выпуска новой продукции	1–3	Техническое перевооружение предприятия, изменение структуры или направления деятельности
Технологические проекты для комплекса взаимосвязанных технологий	Организационно и технически связанные технологии общего функционального назначения, относящиеся к одному переделу. Повышение уровня организации и управления, улучшение условий труда, охрана природы	1–3	Новые малоотходные технологии заготовительного производства. Новые специализированные участки и цехи
Развитие технологий, основанных на одном или нескольких общих методах обработки	Основаны на неиспользованных скрытых возможностях метода (способов) обработки. Повышение конкурентоспособности и расширение сферы технологического применения	1–3	Электрохимические, электроэрозионные, комбинированные технологии физико-химической обработки
Инновационные маршрутные ТП	Организационно-технические инновации, связанные со снижением издержек производства	1, 2	Унифицированные ТП, малооперационные ТП
Инновационные операционные ТП	Новые средства технологического оснащения, повышение уровня автоматизации	1, 2	Интегрированные технологии, многоцелевое оборудование

Рисунок 2

**Структура и взаимосвязь научно-технологического и инновационного потенциалов технологических систем**



вторых, диалектика развития потребительского рынка выдвигает новые утилитарные требования к продукции, что можно реализовать только через создание новых или модернизацию существующих технологий, то есть через технологические нововведения.

**Моделирование инновационного потенциала технологии**

Уровень развития технологической системы (ТС) характеризуется ее научно-технологическим потенциалом, отражающим ресурсные возможности функционирования.

В общем случае структура НТП представляется в виде кортежа

$$НТП = \langle ИР, МР, ОР, ФР, КР \rangle, \quad (1)$$

где *ИР*, *МР*, *ОР*, *ФР*, *КР* — соответственно интеллектуальный, материальный, организационно-технический, финансовый и кадровый ресурсы, обеспечивающие функционирование ТС.

С точки зрения методологии научного познания, анализ НТП системы должен включать в себя статический и динамический аспекты [14]. Первый из них нацелен на изучение и анализ результатов полученного знания, то есть обращен в прошлое. Второй ориентирован на происхождение и развитие научного знания, включая прогнозирование развития и форсайтные исследования, то есть обращен в будущее. Из сказанного следует, что ИПТ необходимо рассматривать как составную часть НТП, аккумулирующую его динамические свойства и возможности. Поэтому структуре ИПТ описывается кортежем, аналогичным (1), элементы которого обозначают соответствующие ресурсы, определяющие развитие технологической системы, ее динамику.

Структура и взаимосвязь научно-технологического и инновационного потенциалов технологических систем схематично представлены на рис. 2.

Интеллектуальный ресурс отождествляется с базой знаний, материальный и организационно-технический ресурсы включены в организационно-техническую, а финансовый и кадровый — в социально-экономическую подсистемы. Интеллектуальный ресурс включает в себя накопленные знания, в том числе обобщенный опыт применения ТС. На рис. 2 показана часть базы знаний (научно-технический задел), являющаяся основой интеллектуального ресурса инновационного потенциала.

Таким образом, в структуре НТП ТС выделяют элементы, способные влиять на развитие НТП и отражающие скрытые резервы такого развития. Совокупность данных элементов формирует инновационный потенциал ТС, который является составной частью НТП и имеет сходную структуру.

Для определения функции НТП ТС и ИПТ сделаем некоторые предварительные замечания, касающиеся проблемы оценки качества технологий. Эта проблема широко обсуждается в современной мировой технической и экономической периодике, сопровождается разработкой различных систем оценки (*Technology Assessment System, Advanced Technology Assessment System, Technology Foresight, Technology Forecasting*) и приобретает все большее значение по мере возрастания рисков при выборе перспективных направлений развития технологий в условиях ограниченных ресурсов [15].

К технологиям машиностроительного производства в отечественной литературе имеются

различные подходы. Так, в ГОСТ Р 54097-2010<sup>1</sup> приводится методология оценки наилучшей доступной технологии как подтверждение того, что ее характеристики реализованы в соответствии с требованиями нормативной и технологической документации, данная технология экономически приемлема и доступна для применения. В [8] обсуждается векторный функциональный показатель уровня качества технологии (УКТ) и рассмотрена методика выбора наилучшей технологии из некоторого набора функционально однородных альтернативных вариантов. Очевидно, чем выше уровень качества технологии, тем более востребована она на рынке, тем выше вероятность ее коммерциализации, то есть реализации, внедрения и тиражирования (для вновь разработанных технологий). Поэтому наряду с УКТ используют термин «уровень конкурентоспособности технологии», который можно оценивать тем же показателем качества.

В связи со сказанным сформулируем функцию НТП и ИПТ как обеспечение и поддержание высокого уровня конкурентоспособности технологии в течение определенного периода времени (жизненного цикла технологии).

Учитывая тот факт, что технологические инновации являются составной частью инновационной деятельности некоторой социально-экономической (хозяйственной) системы, структуру ИПТ можно представить в виде совокупности двух обобщенных показателей. Первый из них отражает собственно технологический аспект нововведений, а второй — инфраструктурный (институциональный) механизм инновационной деятельности.

Так, в [8] ИП ТС представлен в виде картриджа, включающего функциональный и ресурсные показатели:

$$ИПТ = \langle E, НТЗ, СТО, ОС, ФО, КР \rangle, \quad (2)$$

где  $E$  — обобщенный функциональный показатель технологии, охватывающий ее функциональные и ресурсные возможности;  $НТЗ$  — научно-технический задел, включая информационную составляющую (интеллектуальный показатель);  $СТО$  — средства технологического оснащения (показатель, характеризующий материально-техническую базу технологических инноваций);  $ОС$  — организационно-техническая структура для инновационной деятельности (институциональный показатель инновационно-технологической среды);  $ФО$  — показатель, характеризую-

щий выделенные ресурсы и наложенные на них ограничения (финансовое обеспечение инновации);  $КР$  — показатель, характеризующий кадровое обеспечение инноваций [16, 17].

Анализ показывает, что в качестве обобщенного технологического показателя  $E$  может быть использован векторный показатель качества (эффективности) технологии

$$E = \langle e_1, e_2, \dots, e_k \rangle, \quad (3)$$

где  $e_j, j = 1, \dots, k$  — единичные показатели качества технологии.

Единичные показатели, описывающие технологию, как правило, сами являются векторами, то есть включают в себя набор однородных частных показателей, характеризующих один и тот же качественный признак. Подробный анализ единичных показателей качества технологий применительно к рассматриваемой задаче проведен в работах [8, 10]. Доказано, что для любой технологии может быть сформирован вектор показателей качества, отражающий ее специфику.

Показано, что число принятых единичных показателей должно быть необходимым и достаточным для всесторонней оценки уровня качества технологии. Увеличение их числа усложняет и удорожает разработку инновационной стратегии, затрудняет процедуру выбора наилучшего технологического решения, а недостаточная оценка или игнорирование отдельных единичных показателей снижает достоверность оценок и повышает инвестиционные риски.

В связи со сказанным представляет интерес анализ социально-экономического и организационно-технического смысла инновационного потенциала технологии. В ряде работ представлена структура ИП в виде вектора ресурсных показателей, как это сделано выше в выражении (1). Подобное представление позволяет анализировать отдельные компоненты ИПТ, однако из него не следует направленность ИПТ на развитие рассматриваемой технологической системы или ее подсистем.

Используя выражение (1), представим НТП как некоторую  $n$ -мерную функцию обобщенных (ресурсных) показателей:

$$НТП = f(p_1, p_2, \dots, p_n), \quad (4)$$

где  $p_i$  — соответствующий обобщенный показатель;  $n$  — число этих показателей;  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Примем также, что каждый обобщенный показатель является функцией времени, то есть  $x_i = f(t)$ . Для корректности рассматриваемой модели будем считать введенные выше функции непрерывными и дифференцируемыми в окрестностях рассматриваемой точки  $t_0$ .

Тогда производная сложной функции

$$\frac{d(\text{НТП})}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial(\text{НТП})}{\partial p_i} \frac{dp_i}{dt} \quad (5)$$

отображает знак и величину скорости изменения НТП во времени с учетом значимости отдельных ресурсных показателей. Представленная модель позволяет интерпретировать возможность развития технологической системы в окрестностях рассматриваемой точки  $t_0$ . Тогда знак этой производной говорит о характере поведения этой функции в интересующей нас точке. Положительный знак этой производной говорит о возможности повышения ее НТП, а следовательно, уровня качества системы, отрицательный — о деградации системы, нулевое значение — о зastoе в развитии системы. Для количественной оценки можно использовать дифференциал или приращение функции (4) на рассматриваемом достаточно малом промежутке времени  $\Delta t$  в окрестностях точки  $t_0$ :

$$d(\text{НТП}) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial(\text{НТП})}{\partial p_i} dp_i, \Delta(\text{НТП}) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial(\text{НТП})}{\partial p_i} \Delta p_i. \quad (6)$$

Сказанное выше дает формализованное представление о сущности ИПТ, указывает на роль и значение обобщенных показателей, определяющих его структуру. Однако практическое применение указанного подхода затруднено из-за отсутствия, как правило, формализованного

представления функции  $p_i = f(t)$ , а также математического выражения, описывающего структуру ИПТ как функцию обобщенных показателей.

Развитие модели возможно на основе использования методологии технического прогнозирования с использованием статистических данных, описывающих динамику обобщенных показателей. Так, полагая корреляционную связь между инновационным развитием некоторой технологической системы и относительной долей публикаций по соответствующей тематике, можно приближенно оценить состояние инновационного потенциала системы, используя статистические данные, описывающие динамику публикаций, как это сделано, например, в работе [18].

\* \* \*

Технологические инновации в производственной сфере носят многоцелевой и многообъектный характер и являются составной частью (подсистемой) процесса инновационной деятельности соответствующей социально-экономической системы.

Инновационный потенциал технологии представляет собой совокупность единичных показателей, отражающих способность технологической системы к развитию. Анализ позволяет интерпретировать ИПТ как характеристику НТП, представляющую собой малое приращение функции, описывающей научно-технический потенциал технологической системы или ее подсистемы, за малый промежуток времени в окрестностях рассматриваемой временной точки.

## References

1. Ivanov V.V. *Innovatsionnaya paradigma XXI* [Innovative Paradigm XXI]. Moscow, Nauka, 2015, 383 p.
2. Alekseev A.V., Kuznetsova N.N. Innovatsionnyi potentsial rossiiskoi promyshlennosti: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya [Innovative Potential of the Russian Industry: Current State and Development Prospects]. *Interekspo Geo-Sibir*, 2014, vyp. 1, t. 3.
3. Matveikin V.G., Dvoretzkiy S.I., Min'ko V.P. i dr. *Innovatsionnyi potentsial: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya* [Innovation Potential: Current State and Development Prospects]. Moscow, Mashinostroenie-1, 2007, 284 p.
4. Arterchuk V.D., Guznoeva M.Yu. Upravlenie innovatsionnym potentsialom predpriyatiya [Management of the Enterprise's Innovation Potential]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2012, no 10.
5. Allaberdina L.R. Innovatsionnyi potentsial sotsial'no-ekonomicheskikh sistem: ponyatie, sushchnost', otsenka v sovremennykh usloviyakh razvitiya [Innovation Potential of Socio-Economic Systems: Concept, Essence, Assessment in Modern Development Conditions]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2013, no 8, pp. 7–14.
6. Zhits G.I. *Innovatsionnyi potentsial* [Innovation Potential]. Saratov, SGTU, 1999, 164 p.
7. Balashov A.I., Rogova E.M., Tkachenko E.A. *Innovatsionnaya aktivnost' rossiiskikh predpriyatii: problemy izmereniya i usloviya rosta* [Innovative Activity of Russian Enterprises: Measurement Problems and Growth Conditions]. Saint Petersburg, Izd-vo Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo un-ta, 2010, 206 p.
8. Morgunov Yu.A. Innovatsionnyi potentsial tekhnologii kak mera ee investitsionnoi privlekatel'nosti [Innovation Potential of Technology as a Measure of Its Investment Attractiveness]. *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya*: Ezhegodnik, ch. 2, 2016, pp. 378–382.
9. Morgunov Yu.A., Saushkin B.P., Shandrov B.V. Razvitie ponyatiinogo apparata tekhnologii mashinostroeniya [Development of the Conceptual Apparatus of Mechanical Engineering Technology]. *Spravochnik, Inzhenernyi zhurnal*, 2016, no 4, pp. 3–7.

Такое представление позволяет оценить резервы развития технологии и наметить эффективные пути ее развития. Подобные данные могут служить основой для принятия решения об инвестировании инноваций в сфере технологии. ■

ПЭС 17189 / 21.12.2017

#### Примечание

1. ГОСТ Р 54097-2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации».

#### Источники

1. Иванов В.В. Инновационная парадигма XXI. М.: Наука, 2015. 383 с.
2. Алексеев А.В., Кузнецова Н.Н. Инновационный потенциал российской промышленности: современное состояние и перспективы развития // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2014. Вып. 1. Т. 3.
3. Матвейкин В.Г., Дворецкий С.И., Минько В.П. и др. Инновационный потенциал: современное состояние и перспективы развития. М.: Машиностроение-1, 2007. 284 с.
4. Артерчук В.Д., Гузнова М.Ю. Управление инновационным потенциалом предприятия // Управление экономическими системами. 2012. № 10.
5. Аллабердина Л.П. Инновационный потенциал социально-экономических систем: понятие, сущность, оценка в современных условиях развития // Управление экономическими системами. 2013. № 8. С. 7–14.
6. Жиц Г.И. Инновационный потенциал. Саратов: СГТУ, 1999. 164 с.
7. Балашов А.И., Рогова Е.М., Ткаченко Е.А. Инновационная активность российских предприятий: проблемы измерения и условия роста. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного политехнического ун-та, 2010. 206 с.
8. Моргунов Ю.А. Инновационный потенциал технологии как мера ее инвестиционной привлекательности // Россия: тенденции и перспективы развития: Ежегодник. Ч. 2. 2016. С. 378–382.

9. Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П., Шандров Б.В. Развитие понятийного аппарата технологии машиностроения: Справочник // Инженерный журнал. 2016. № 4. С. 3–7.

10. Моргунов Ю.А. Инновационный потенциал метода обработки как мера эффективности технологических инвестиций: Труды III Международной научно-технической конференции «Пром-Инжиниринг – 2017». Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2017. С. 54–57.

11. Соловьев В.П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике. Киев: Феникс, 2006. 560 с.

12. Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Техничко-экономические аспекты аддитивного формообразования // Научные технологии в машиностроении. 2016. № 7. С. 28–35.

13. Morgunov Yu.A., Saushkin B.P. Features of additive technologies implementation in aerospace equipment production. ICIE-2017. SHS Web of Conferences, 2017, January [Электронный ресурс] // Paperity. URL: <https://paperity.org/p/160114919/features-of-additive-technologies-implementation-in-aerospace-equipment-production>.

14. Рузавин Г.И. Методология научного познания. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. 287 с.

15. Technology Readiness Assessment Guide. U.S. Department of Energy Washington, D.C. 20585. DOE G 413.3-4A 9-15-2011. 33 p. URL: <http://acqnotes.com/wp-content/uploads/2014/09/DOE-Technology-Readiness-Assessment-Guide-Sept-2011.pdf>.

16. Бойцов А.Г., Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Состояние перспективы подготовки инженерных и научных кадров в области наукоемкого машиностроения // Экономические стратегии. 2015. № 4. С. 12–19.

17. Бичурин Х.И., Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Моделирование и оценка кадрового потенциала научно-производственного предприятия машиностроения // Экономические стратегии. 2016. № 6. С. 180–190.

18. Моргунов Ю.А., Полуянов В.С., Саушкин Б.П. Анализ динамики и выявление тенденций развития наукоемких технологий машиностроения // Экономические стратегии. 2017. № 7. С. 110–119.

10. Morgunov Yu.A. Innovatsionnyi potentsial metoda obrabotki kak mera effektivnosti tekhnologicheskikh investitsii [Innovative Potential of the Processing Method as a Measure of Technological Investments Efficiency]. Trudy III Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Prom-Inzhiniring – 2017" [Proceedings of the III International Scientific and Technical Conference "Prom-Engineering – 2017"]. Chelyabinsk, ITs YuUrGU, 2017, pp. 54–57.

11. Solov'ev V.P. *Innovatsionnaya deyatel'nost' kak sistemnyi protsess v konkurentnoi ekonomike* [Innovation Activity as a System Process in a Competitive Economy]. Kiev, Feniks, 2006, 560 p.

12. Morgunov Yu.A., Saushkin B.P. *Tekhniko-ekonomicheskie aspekty additivnogo formoobrazovaniya* [Technical and Economic Aspects of Additive Morphogenesis]. *Nauchnoe tekhnologii v mashinostroyeni*, 2016, no 7, pp. 28–35.

13. Morgunov Yu.A., Saushkin B.P. *Features of additive technologies implementation in aerospace equipment production*. ICIE-2017. SHS Web of Conferences, 2017, January. Paperity, available at: <https://paperity.org/p/160114919/features-of-additive-technologies-implementation-in-aerospace-equipment-production>.

14. Ruzavin G.I. *Metodologiya nauchnogo poznaniya* [Scientific Knowledge Methodology]. Moscow, YUNITI-DANA, 2009, 287 p.

15. *Technology Readiness Assessment Guide*. U.S. Department of Energy Washington, D.C. 20585. DOE G 413.3-4A 9-15-2011, 33 p., available at: <http://acqnotes.com/wp-content/uploads/2014/09/DOE-Technology-Readiness-Assessment-Guide-Sept-2011.pdf>.

16. Boitsov A.G., Morgunov Yu.A., Saushkin B.P. *Sostoyanie perspektivy podgotovki inzhenernykh i nauchnykh kadrov v oblasti naukoemkogo mashinostroyeniya* [Status and Prospects of Engineering and Scientific Staff Preparation in the Field of High-Tech Engineering]. *Ekonomicheskie strategii*, 2015, no 4, pp. 12–19.

17. Bichurin Kh.I., Morgunov Yu.A., Saushkin B.P. *Modelirovanie i otsenka kadrovogo potentsiala nauchno-proizvodstvennogo predpriyatiya mashinostroyeniya* [Simulating and Evaluating Human Resources Potential of Research-Production Enterprise in Mechanical Engineering Sphere]. *Ekonomicheskie strategii*, 2016, no 6, p. 180–190.

18. Morgunov Yu.A., Poluyanov V.S., Saushkin B.P. *Analiz dinamiki i vyyavlenie tendentsii razvitiya naukoemkikh tekhnologii mashinostroyeniya* [Analyzing Dynamics and Revealing Tendencies of High Technologies Development in Mechanical engineering]. *Ekonomicheskie strategii*, 2017, no 7, pp. 110–119.