

# ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ

Ю.В. Соловьева

Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

В статье рассматриваются основные проблемы технологического прогнозирования в условиях формирования и развития инновационно-ориентированной экономики. Раскрываются сущность и основные методы технологического прогнозирования, особенности их применения на практике. На основе проведенного анализа автор делает вывод о необходимости создания моделей, в которых различные нетехнологические факторы используются в качестве экзогенных переменных, прогнозируемых таким образом, что полученные посредством их значения могли быть использованы в качестве входных данных для модели инновационно-технологического прогнозирования.

**Ключевые слова:** прогноз, технологическое прогнозирование, технология, методы технологического прогнозирования

Развитие и экономический рост практически любой страны зависят от целого ряда факторов, способствующих не только увеличению реальных объемов производства, но и повышению качества роста, а также уровня эффективности. В процессе развития экономик меняется перечень этих факторов, оценка их важности. Однако для большинства ведущих стран мира на первое место выходит развитие инновационной сферы, высоких технологий, экономики знаний. Стратегически важное значение при этом несет выбор сценария научно-технического развития страны: первый — создание новых технологий на отечественной научной базе; второй — приобретение новых технологий за рубежом.

Сложившаяся на данный момент в России система трансферта технологий обладает рядом особенностей, свойственных переходному периоду. Так, для эффективно развивающейся экономики характерно преобладание в структуре импорта новых наукоемких технологий, а в структуре экспорта — наоборот, сбыта зрелых технологий. По данным российской государственной статистики за 2013 г., в структуре экспорта при торговле технологиями преобладающими из всех объектов сделок явились только научные исследования, по остальным же объектам доля импорта значительно превысила долю экспорта. В настоящее время в си-

стеме трансферта технологий с зарубежными партнерами (табл. 1) заметно значительное превышение импорта над экспортом в целом (в 1,5 раза), что сопутствует преимущественному ввозу технологий, не обладающих достаточной степенью новизны с позиций мирового рынка технологий. Так, принципиально новыми для России является 89% разработанных передовых технологий, из которых только 10% является принципиально новыми на мировом технологическом рынке (табл. 2).

Таблица 1

**Торговля технологиями с зарубежными странами по объектам сделок в 2013 г.**

	Экспорт			Импорт		
	Число соглашений	Стоимость предмета соглашения, млн долл. США	Поступление средств за год, млн долл. США	Число соглашений	Стоимость предмета соглашения, млн долл. США	Выплаты средств за год, млн долл. США
<b>Всего</b>	<b>1719</b>	<b>2024,3</b>	<b>610,6</b>	<b>2581</b>	<b>6566,1</b>	<b>2419,8</b>
в том числе по объектам сделок:						
патент на изобретение	4	0,1	0,1	10	99,7	22,6
патентная лицензия на изобретение	99	61,1	19,5	103	341,5	59,9
полезная модель	1	0,1	0,1	15	5,6	2,0
ноу-хау	26	134,2	11,8	72	190,1	133,7
товарный знак	19	1,4	0,4	138	636,0	571,8
промышленный образец	3	53,5	2,5	6	1,2	0,7
инжиниринговые услуги	633	1020,1	245,4	1338	3804,8	958,1
научные исследования	580	556,0	206,9	316	420,8	171,3
прочие	354	197,7	124,1	583	1066,5	499,7

Источник: [1].

Таблица 2

**Разработанные передовые производственные технологии по группам в 2013 г. (ед.)**

	Всего	Число технологий		
		новые для России	принципиально новые	с использованием запатентованных изобретений при разработке технологии
<b>Передовые производственные технологии — всего</b>	<b>1429</b>	<b>1276</b>	<b>153</b>	<b>694</b>
в том числе:				
проектирование и инжиниринг	426	367	59	213
производство, обработка и сборка	517	469	48	267
автоматизированные погрузочно-разгрузочные операции; транспортировка материалов и деталей	22	21	1	12
аппаратура автоматизированного наблюдения (контроля)	137	108	29	63
связь и управление	206	195	11	83
производственные информационные системы	68	66	2	32
интегрированное управление и контроль	53	50	3	24

Источник: [1].

### **Прогнозы и технологическое прогнозирование**

При выборе стратегии научно-технического развития страны большое влияние оказывает технологическое прогнозирование. Интерес к оценке и прогнозированию экономических и социальных процессов возник в начале XX в., получив развитие во многих странах после окончания Второй мировой войны в связи с необходимостью как восстановления разрушенной и истощенной промышленности стран, так и возникшими перспективами их научно-технологического, экономического, социального развития. Со временем проблемы прогнозирования, постановки и выбора оптимального решения развития государств сосредоточились на способах их решения, в том числе посредством технологий. На данный момент существует более 100 методов технологического прогнозирования, однако в различных странах те или иные методы получили большее признание и развитие, нежели другие, что обусловлено как разницей в теоретическом осмыслении подхода, так и особенностями развития страны.

В научной литературе ряда европейских стран и США понятие «технология» означало совокупность способов преобразования ресурсов и материалов посредством техники и систем управления в полезные продукты и услуги, в связи с чем к технологическим в большинстве промышленно развитых стран стали относить прогнозы не столько микро-, сколько мезо- и макроуровня. Соответственно, в большинстве этих стран наибольшее распространение получили прогнозы, ориентированные на исследование перспектив развития рынков и обоснование решений, предлагаемых научным сообществом на мезо- и макроуровнях (например, *Technology Foresight*). В таблице 3 представлены основные виды прогнозов и методы выполнения решений различных процессов.

В российском технологическом прогнозировании обычно используются комплексный подход, т.е. происходит совмещение разных видов прогнозов.

До 1980-гг. в советской науке преобладал термин «научно-технический прогресс» (НТП), рассматривавший самостоятельное, как бы независимое, раздельное развитие технологических процессов, машин и оборудования, материалов, приборов, методов и систем управления. Сформировавшееся затем понятие «технологии» было обусловлено необходимостью рассмотрения согласованного единства технологии, техники, оборудования, организованного труда и механизма управления.

Первоначально на необходимость решения данного вопроса обратили внимание ученые из США, исследовавшие системные проблемы в управлении крупным машинным производством. Возникшие проблемы невозможно было решить посредством изменения какой-либо одной компоненты: изменением самой технологии, совершенствованием техники и оборудования либо улучшением организации труда и повышением квалификации исполнителей. Так, в начале 1960-х гг. возникла новая научная область, получившая название «большие системы».

Усиление роли «человеческого фактора», его влияния на эффективность функционирования больших и сложных технических систем привело к формированию в 1970-х гг. нового научного направления по управлению организационными системами, в которых данный фактор занимает значительное место (индивидуальные предпочтения, конфликты интересов, переменная интенсивность труда и т.п.).

Таблица 3

## Виды прогнозов и методы выполнения решений различных процессов

Виды прогнозов	Сущность	Заказчик, пользователь	Назначение, способ использования	Способ выполнения / метод	Особенности организации, участники, исполнители
Технологическое предвидение (Technology Foresight)	Новые осваиваемые технологии, ожидаемые изменения в инфраструктуре	Правительство, бизнес, крупные и средние компании, рынки, потребители	Правительственные программы, механизмы финансовой поддержки и регулирования	Метод Дельфи, мозговой штурм	Большие группы экспертов, представители различных институциональных структур
Технологическое обособование (Technology Assessment)	Ожидаемые структурные изменения, возможные последствия, технологические угрозы	Правительство, бизнес, крупные компании, население	Аналитические записки, доклады	Экспертные, аналитические и статистические оценки	Исследовательские, аналитические и прогностические центры
Стратегическое информирование (Strategic Intelligence)	Инструмент решений, основанных на экономике знаний, поиск новых моделей управления и повышения экономической отдачи от НТП	Правительство, бизнес, население	Аналитические записки, доклады, оценки вариантов	Экспертные, аналитические и статистические оценки	Исследовательские, аналитические правительственные центры
Технологическое прогнозирование (Technology Forecasting)	Прогноз новых поколений технологий, техники и систем управления, альтернативные технологии	Инновационные структуры, государственные органы управления наукой и инновациями, корпорации, фирмы	Инновационные проекты, программы	Экспертные, статистические методы, мозговой штурм, метод Дельфи, морфологический анализ, информационно-логическое моделирование	Исследователи, аналитики, эксперты

Источник: составлено автором на основе источника [2].

Объединяющим началом обеих теорий является понятие комплексной или организованной технологии, под которой понимается технически оснащенный и организационно согласованный способ перемещения продукта (вектора продуктов) из исходного состояния в последующее, более завершенное с точки зрения превращения первичных ресурсов, энергии и труда в полезные продукты, товары и услуги [2].

Таким образом, большинство производственно-экономических процессов представляют собой упорядоченную последовательность комплексных технологий и их продуктов. Рассмотрим отличительные особенности комплексной технологии и связанные с ними закономерности технологического развития экономики, многие аспекты которых отмечались в работах С.Ю. Глазьева, Г.М. Доброва, Дж. Мартино, Й. Шумпетера, М.Н. Узякова, Ю.В. Яковца и др. К основным характеристикам комплексных технологий можно отнести следующие.

Любая технология проходит определенный жизненный цикл, отражающий динамику жизни технологии и характеризуется, тремя основными фазами: зарождения, бурного роста и угасания. Наиболее распространенным является представление жизненного цикла технологии в пространстве: «объемы производства — время (длительность)». Управление динамикой жизненного цикла предполагает, например, увеличение длительности объемов максимального выпуска (производства), что особенно важно при разработке запасов природных месторождений.

Любая технология относится к определенному поколению, выполняющему определенные функции посредством использования определенной последовательности технологических процессов, машин, оборудования, систем управления и др. Процесс перехода от одного поколения технологии к последующему сопровождается новой парадигмой, при этом новая технология по основным показателям превосходит предшествующую.

*Взаимосвязь технологии и производимого посредством нее продукта* показывает, что при помощи одной и той же технологии можно производить разные продукты.

*Технологии имеют многоуровневую структуру*, при этом ряд системных технологий может состоять из десятков и сотен базовых технологий.

*Компонентная структура технологии* основана на взаимосвязи и взаимодействии ее составляющих: технологии, техники, оборудования, организованного труда и механизма управления.

Наличие сменяющихся друг друга *технологических укладов*.

*Взаимообусловленность смежных технологий* вызвана наличием или отсутствием потерь (продукт, качество, себестоимость, др.) при передаче продукта от предыдущей к последующей технологии.

*Включение технологий в экономически целесообразные бизнес-процессы*.

Разделение и использование *технологий производства продукта* и *технологий потребления* произведенного продукта. Необходимо учитывать, что анализ динамики технологий производства/потребления продукта позволяет прогнозировать новую технологию производства/потребления и формирует перспективы спроса на выпускаемую и новую продукцию.

*Конкурентоспособность технологии* определяется посредством сопоставления конкурентных преимуществ между разными технологиями (продуктами).

Наличие на уровне национальной экономики (макроуровне) *полного технологического цикла*, представляющего собой последовательный переход от стадии идеи, поиска, разработки к стадии получения конечного продукта, потребляемого человеком.

### **Методы технологического прогнозирования**

В последние десятилетия большая часть прироста выпуска продукции промышленно развитых стран происходила посредством создания и реализации новых, усовершенствования и модернизации действующих технологий на базе развития и внедрения новых знаний и технологий, повышения профессионализма работников и качества организации и управления. Необходимость учета методов и видов получения прогнозной информации, объекта прогнозирования, оценки динамики и возможностей его развития в перспективе лежат в основе технологического прогнозирования. Отличительной чертой технологических прогнозов от социально-экономических является неопределенность содержания и характеристик объекта в перспективе в первом случае. Соответственно, для прогнозирования и управления исследованиями и разработками, создания и модернизации технологий возможны при использовании совокупности методов, преимущественно содержательного, качественного характера.

В целом, основными классификационными признаками методов инновационно-технологического прогнозирования являются: характеристика прогнозируемого объекта; способ (метод) получения информации; форма организации участников процесса прогнозирования. Многочисленные подходы и методы классифицируют по различным критериям. Зачастую проводится их сопоставление и анализ (например, между нормативным прогнозированием и изыскательским).

И изыскательские, и нормативные методы прогнозирования не конкурируют и не заменяют друг друга. Обе группы методов имеют существенное значение и для достижения эффекта должны применяться совместно. До составления изыскательского прогноза какой-либо технологии, как правило, составляется нормативный прогноз, показывающий необходимость данной технологии.

В настоящее время к наиболее распространенным методам нормативного прогнозирования относят: метод дерева целей, информационно-логические модели, морфологические модели и блок-схемы последовательности выполнения задач. Первый метод применяют в том случае, когда анализируемую систему или процесс можно представить в виде нескольких уровней сложности, иерархических уровней, причинных взаимосвязей. Морфологические и информационно-логические модели используют в случаях, когда систему или процесс можно разложить на элементы, видоизменение одного из которых не повлияет на другие. Блок-схемы последовательности выполнения задач применяют в случаях, когда систему или процесс можно представить в виде одной или нескольких цепочек последовательных этапов.

Применение на практике указанных моделей состоит в определении уровня функциональных характеристик, достижение которых необходимо для решения какой-либо проблемы. Метод дерева целей используют для анализа иерархических структур, морфологические модели — для анализа параллельных структур,

блок-схемы последовательности выполнения задач — для анализа процессов с этапами, образующими пространственные, временные или логические последовательности. Зачастую анализ одной и той же системы может осуществляться как с помощью дерева целей, так и с помощью морфологической модели. В этом случае исходят из сущности проблемы, выбирая метод, наиболее подходящий для ее анализа.



**Рис.** Классификация методов инновационно-технологического прогнозирования

*Источник:* составлено автором на основе источника [2].

Сочетание нескольких методов значительно облегчает составление прогнозов, необходимых для принятия решений. При этом идентификация различий между прогнозами способствует постановке вопросов о происхождении этих различий, что позволяет более четко сформулировать проблему и выявить вероятность возможного риска и неопределенности прогнозируемых событий. Если анализ прогнозов выявляет их принадлежность к разным событиям или технологиям, то посредством комбинации прогнозов возможно создание сценария будущего периода (с учетом взаимодействия разных событий и технологий).

В настоящее время, несмотря на большое количество существующих моделей технологического прогнозирования, на практике они имеют весьма ограниченное применение. Это связано в том числе с незначительными усилиями по разработке и усовершенствованию таких моделей с учетом меняющихся факторов и условий. Тем не менее и при таких усилиях современные модели дают успешные результаты.

Создание модели, исчерпывающим образом предсказывающей будущий ход научно-технического прогресса, маловероятно. Технология не может представлять собой полностью закрытую или автономную систему. Она вынуждена реагировать на изменение социальных, политических, экономических и иных внешних факторов. Включение этих факторов как внутренних переменных в модель научно-технического прогнозирования означало бы создание такой модели, в которой технологические факторы не являлись бы доминирующими. Предпочтительнее создание таких моделей, в которых различные нетехнологические факторы используются в качестве экзогенных переменных, прогнозируемых таким образом, что полученные посредством их значения могли быть использованы в качестве входных данных для модели инновационно-технологического прогнозирования.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Россия в цифрах — 2014: Федеральная служба государственной статистики. URL: [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (дата обращения 10.11.2015).
- [2] Комков Н.И., Ерочкин С.Ю. Методические основы прогнозирования технологического развития // Инновации и технологии. URL: [www.ecfor.ru/pdf.php?id=books/sa2006/08](http://www.ecfor.ru/pdf.php?id=books/sa2006/08) (дата обращения 10.11.2015).

## TECHNOLOGICAL FORECASTING: PROBLEMS AND METHODS

Yu.V. Solovieva

Peoples' Friendship University of Russia  
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

In article the main problems of technological forecasting in the conditions of formation and development of the innovative focused economy are considered. The essence and the main methods of technological forecasting, feature of their practical application reveal. On the basis of the carried-



out analysis the author draws a conclusion about need of creation of models in which various not technology factors are used as the exogenous variables predicted in such a way that received by means of their value could be used as entrance data for model of innovative and technological forecasting.

**Key words:** forecast, technological forecasting, technology, methods of technological forecasting

## REFERENCES

- [1] Rossiya v tsifrah — 2014: Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Russia in figures — 2014: Federal State Statistics Service]. November 2015. Available at: [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (Accessed 10 November 2015).
- [2] Komkov N.I., Eroshkin S.Yu. Metodicheskie osnovy prognozirovaniya tekhnologicheskogo razvitiya [Methodical bases of forecasting of technological development]. Innotsii i tekhnologii [Innovations and technologies]. November 2015. Available at: [www.ecfor.ru/pdf.php?id=books/sa2006/08](http://www.ecfor.ru/pdf.php?id=books/sa2006/08) (Accessed 10 November 2015).