

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ¹

Алферьев Дмитрий Александрович

В статье рассмотрены основные направления долгосрочных прогнозов научно-технологического развития, в рамках которых выделен прогнозный и футурологический подход. Выявлена их синергия в методологии форсайта, а также представлены его положительные черты по отношению к предыдущим направлениям. Помимо этого исследованы такие подходы к прогнозированию научно-технологической сферы, как генетический; нормативный; ориентированный на развитие базисных технологий и опирающийся на текущие социально-экономические потребности людей. Рассмотрена практика зарубежных стран, связанная с выявлением на основе смоделированных прогнозов перечней критических технологий по отношению к которым осуществляется господдержка. Определены основные тенденции в области обработки данных, которые в перспективе будут активно использоваться при формировании долгосрочных прогнозов научно-технологического развития.

Ключевые слова: научно-технологическое прогнозирование, футурология, технологии будущего, тренды и тенденции

JELкоды: O30, O33.

Принятие экономических и социальных решений повсеместно сопровождается составлением различного рода прогнозов. Предвидение будущего позволяет рационализировать деятельность настоящего.

Востребованность данного инструмента стала заметна со второй половины XX в. У органов государственного управления появилась нужда в предвидении природных процессов, связанных с развитием научно-технического прогресса (климатические и экологические изменения), а также в результатах самого научно-технического прогресса, который требует от государства оперативного регулирования². Следует отметить, что построение прогнозов в сфере научно-технологического развития затрагивает различные аспекты общественных наук: социологию, экономику, экологию, политологию, историю и др. Результатом данной инициативы выступает предположение о будущих оценках рассматриваемых явлений, их количественных изменениях.

Наряду с прогнозированием, широкое распространение получила футурология, связанная с поиском будущих революционных технологий³. В отличие от прогнозирования

¹ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №16-02-00537

² Пирожкова С.В. Прогностические стратегии в обществе знаний //Познание и сознание в междисциплинарной перспективе. Часть 2. – М.: Институт философии РАН, 2014. – С. 113-139.

³ Пирожкова С.В. Прогнозное обеспечение развития ИИ-технологий: прогнозирование vs футурология // Искусственный интеллект: философия, методология, инновации. Сборник трудов IX Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - М.: МИРЭА, 2015. – С. 28-34; С.В. Синонимичны или антиномичны понятия «прогнозирование» и «футурология»? // Философия. Толерантность. Глобализация. Восток и Запад – диалог мировоззрений: тезисы докладов VII Российского философского конгресса (г. Уфа, 6–10 октября 2015 г.). В 3-х т. Т. I. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. – С. 90-91.

данное направление имеет более гуманитарный и качественный характер (не используются количественные и полуквантитативные оценки), результатом которого являются не описательные характеристики объекта исследования, а суждения о возможных новых технологиях и устройствах.

И то, и другое направление объединены на современном этапе человеческого развития в методологии форсайт-прогнозирования, концепция которого помимо предсказательной функции предписывает ему изыскивать средства на реализацию спрогнозированных научно-технологических проектов.

В связи с вышесказанным, цель статьи может быть определена как обоснование необходимости построения долгосрочных прогнозов научно-технологического пространства для успешного и эффективного управления социально-экономическим развитием страны.

Так как долгосрочное прогнозирование охватывает спектр различных вопросов и проблем, имеющих под собой разные результаты, методы, используемые при их исследовании, средства и инструменты, направленные на воплощение в жизнь инновационных идей, в этой связи возникает еще одна загвоздка, связанная с выявлением мировых технологических тенденций в научно-технологической сфере.

Долгосрочное научно-технологическое прогнозирование, являясь разновидностью прогнозирования как такового, обладает всеми его основными чертами, но в то же время в нем присутствуют и определенные специфические черты. Например, при прогнозировании успеха реализации инновационной продукции необходимо учесть особенности каждой из стадий ее реализации (инновационный процесс), которые в свою очередь крайне специфичны и могут быть учтены при помощи различных методов и средств.

При научно-технологическом прогнозировании чаще всего пользуются двумя подходами: генетический (изыскательный) и нормативный (телеологический)⁴. Особенностями генетического подхода является то, что прогноз строится на основе ретроспективных оценок экономики. Это указывает на то, что идея данного подхода базируется на предположении об инерционности исследуемых процессов и явлений, существовании факторов, которые оказывают постоянно-неизменное влияние.

Нормативный подход предписывает будущие тенденции и опирается при их формировании на существующие потребности общества и имеющиеся у субъекта ограниченные экономические ресурсы. При помощи него субъект управления пытается осуществить возможность целенаправленной трансформации изучаемого объекта таким образом, чтобы при его текущем состоянии сделать его способным измениться под заданные параметры в любой момент времени.

Оба подхода в настоящее время все чаще находят себя в сфере форсайта⁵. Но дополнительным положительным моментом данного направления, помимо перечисленного, является то, что оно опирается на различные конфликты интересов, на основании которых строятся не линейные, а сценарные прогнозы, где учитывается взаимодействие участников исследуемых проблем; конкуренция между ними; создание альянсов, которые должны дать новые возможности для достижения и реализации инновационных идей.

⁴ Никитская Е.Ф. Прогнозирование инновационного развития: международные тенденции и Российский опыт // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – №3 (22) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-innovatsionnogo-razvitiya-mezhdunarodnye-tendentsii-i-rossiyskiy-opyt>

⁵ Моргунов Е.В. Метод «Форсайт» и его роль в управлении технологическим развитием страны // Проблемы развития рыночной экономики. – М.: ЦЭМИ РАН, 2011. – С. 97-113.

Согласно исследованиям Никитской Е.Ф.⁴, научно-технологическое долгосрочное прогнозирование получило широкое распространение в 2 направлениях: 1) ориентированные на развитие базовых технологий; 2) нацеленные на потребности социальной сферы. Первые имеют еще одно название – технократические. Их суть выражена в определении технологий, находящихся на стадии восхождения экономической волны. В соответствии с этим можно предположить о дальнейших прорывных технологиях и проектах в данной сфере. Вторая группа прогнозов является социально-ориентированной, оказывающих непосредственное влияние на человеческий потенциал. Ярким примером выступает воплощение Седьмой Рамочной Программы Евросоюза (FP7)⁶ как инструмента финансирования научных исследований и разработок, в авангарде которых стоит развитие сотрудничества между людьми, усиление на разных уровнях их социальных взаимосвязей.

Как и подход, существует футурологическое направление, особенностью которого является то, что прогнозы в рамках него в какой-то мере имеют отрыв от современных технологий. Помимо этого, границы прогнозирования также значительно дальше. Их целью является поиск решения глобальных проблем и приоритетных целей человечества, к которым можно отнести экологию, возобновляемые источники энергии, всеобщее исполнение принципов справедливости и мира, безотходные производства, решение задач философского характера.

Примером подобного прогноза может служить работа Большакова Б.Е. «Моделирование основных тенденций мирового технологического развития»⁷:

1. 2010-2015 гг. – активное использование нанотехнологий; искусственное синтезирование веществ;
2. 2018-2022 гг. – решение задач управления возрастом (физическое бессмертие); управление временем, как материальным объектом;
3. 2022 г. – создание технологий управления мыслями;
4. 2025 г. – математическое описание функционирования эмоций и моделирование их в среде синтетических материальных объектов;
5. 2040 г. – воспроизводство любых материальных объектов на уровне молекулярных и межатомных связей;
6. 2043 г. – переход на альтернативные источники питания по типу «солнцеедов»;
7. 2045 г. – материализация физических объектов посредством усилий мысли;
8. 2051 г. – технологии невидимости;
9. 2095 г. – создание аппаратов, развивающих скорость света или предельно близкую к ней.

Как можно видеть из представленного прогноза, то выглядит он довольно фантастичным. Тем не менее, технологии, представленные на раннем этапе прогноза, имеют место быть в настоящем. Так, нанотехнологии все активнее внедряются в реалии современной жизни. Китайскими учеными были разработаны нанороботы, которые способны доставить необходимые лекарственные препараты в очаг образования опухолей у

⁶Кузьмин И.В., Теребова С.В. Седьмая рамочная программа ЕС: возможности для российских академических учреждений // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2014. – №1. – С. 161-174.

⁷ Большаков Б.Е. Моделирование основных тенденций мирового технологического развития // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление: электронное научное издание. – 2010. – №4 (9). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gypravlenie.ru/?p=880>

млекопитающих и существенно снизить темпы ее развития, либо и вовсе уничтожить⁸. Синтезируются различного рода вещества и материалы, изначально имевшие органический характер происхождения. На начало 2018 г. активно решаются задачи, связанные с биологической жизнью человека, а точнее с ее продолжительностью. Об этом свидетельствуют различного рода научные стартапы и проекты: самоэксперимент, поставленный на директоре компании Bioviva Элизабет Перриш по восстановлению клеточной теломеразы⁹; изучение популяции голых землекопов в НИИ Митоинженерии МГУ¹⁰ и др. Некоторые из технологий, прогнозируемых Большаковым Б.Е. в более отдаленном будущем (2051 г. – невидимость), имеют перспективные разработки в настоящий момент: компания Hyperstealth¹¹ выпускает ткань Quantum Stealth, позволяющую обходить свет вокруг объекта за счет чего делает его невидимым, в том числе для приборов ночного видения и тепловизоров; Венский технический университет с коллегами из Греции и США разработали устройство, позволяющее пропускать предметам световые волны, соответственно делая их невидимыми¹². Таким образом, все эти примеры говорят о том, что прогнозы подобного рода могут быть как излишне оптимистичны (что зачастую мы и наблюдаем), так и запаздывать. Это обуславливает необходимость поиска и создания революционных разработок в абсолютно любое время, независимо от тех предписаний, о которых пишут в научных кругах. Данные научно-исследовательские работы лишь обуславливают вектор будущего, но не указывают на их действительное время возникновения.

В настоящее время уже идет активное внедрение в различные технологические и социальные процессы робототехники; достижения науки о жизни значительно увеличили среднюю продолжительность жизни населения (приблизительно до 70 лет) всего земного шара; происходит повсеместная кодификация финансовых ресурсов, позволяющая удобнее и быстрее осуществлять необходимые платежи; взрывными темпами развиваются направления, связанные с кибербезопасностью и обработкой «больших данных». Как указывает Росс А., один из успешнейших американских экспертов в области инновационных технологий, «это не просто мода, а целые индустрии, формирующие общество будущего»¹³.

Принято считать⁴, что футурологические сценарии не оказывают определяющего влияния при формировании экономической политики на отрезке времени в 10-20 лет, но тем не менее они формируют мировоззрение, которое оказывает влияние на принятие решений в различных областях знаний.

Первооткрывателем в сфере построения долгосрочных прогнозов перспективных научных направлений и тенденций принято считать корпорацию RAND. Ее первые исследования относятся к 50-м годам XX века. Сотрудники данной компании в одном из своих последних проектов «Глобальная технологическая революция: 2020» отметили, что появление революционных технологий ожидается в 4 отраслях научно-технологического прогресса: в сфере биотехнологий; использования наноэлементов; создании новых

⁸ Suping L., Qiao J., Shaoli L. et al. A DNA nanorobot functions as a cancer therapeutic in response to a molecular trigger in vivo // Nature Biotechnology. 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nature.com/articles/nbt.4071>

⁹Regalado A. A Tale of Do-It-Yourself Gene Therapy // Mit Technology Review. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.technologyreview.com/s/542371/a-tale-of-do-it-yourself-gene-therapy/>

¹⁰ MITOTECH SKQ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mitotech.ru/>

¹¹Hyper Stealth Biotechnology Corp. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hyperstealth.com/>

¹² The beam of invisibility. A new cloaking technology has been developed // ScienceDaily [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/09/170913104506.htm>

¹³ Росс А. Индустрии будущего. – М.: АСТ, 2017.

материалов с заранее заданными свойствами и более качественными техническими характеристиками; всеобщая информатизация⁴. Исследования корпорации RAND считаются многими российскими экспертами как очень успешный и качественный результат в области долгосрочного прогнозирования научных тенденций. По состоянию на 2018 г. уже можно отметить значительное количество прорывных технологий в тех направлениях, которые были ими отмечены.

В России проектами, аналогичными проектам корпорации RAND, занимается Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ ВШЭ).¹⁴ Данная организация проводит работы, связанные с разработкой методологических основ измерения статистических данных в сфере науки и технологий; долгосрочные прогнозы по определению приоритетов научно-технологического и инновационного развития территорий России; разработка стратегий, программ, дорожных карт, связанных с инновациями и сопутствующей ей деятельностью и др.

Одной из проблем в построении долгосрочных прогнозов научно-технологического развития является различное видение будущих перспектив в развитых странах мира. Для примера рассмотрим направления приоритетных научных исследований в разрезе мировых технологических лидеров (табл.1).

Таблица 1.

Приоритеты ведущих стран мира в области науки и инноваций

Государство (союз государств)	Направления научных исследований и разработок
Соединенные Штаты Америки	Создание новых материалов с более качественными характеристиками; развитие информационных технологий; зеленая экономика; автоматизация промышленных производств; развитие наземного и воздушного транспорта; энергетика.
Европейский союз	Нанотехнологии; развитие информационных технологий в рамках всеобщей социализации; исследование генетики с целью ликвидации различного рода заболеваний; аэрокосмическая отрасль; исследования цивилизационных особенностей Европы с целью ее дальнейшего развития.
Япония	Нанотехнологии; создание новых материалов с более качественными характеристиками; развитие информационных технологий в сфере коммуникации; изучение биологических особенностей человеческой жизни, разработка вариантов ее продления; защита окружающей среды
Республика Корея	Нанотехнологии; развитие информационных технологий; биотехнологии; охрана окружающей среды; космическая отрасль

Источник: Проблемы и перспективы инновационного развития территориальных социально-экономических систем / Под науч. ред. Наумова И.В. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2011.

Целенаправленное воздействие на инновационную деятельность осуществляется при помощи финансирования проектов, входящих в перечень приоритетных и перспективных в рамках определенных территорий. В силу ограниченности ресурсных возможностей у

¹⁴Институт статистических исследований и экономики знаний ВШЭ[Электронный ресурс]. URL: <https://issek.hse.ru/>

государства имеет смысл аккумулировать свои силы на конкретных направлениях и стать лидером в данной сфере.

Еще одним направлением в современном долгосрочном прогнозировании стало использование такого инструмента, как прогнозная аналитика, под которой Сигель Э.¹⁵ понимает использование технологии искусственных нейронных сетей (искусственного интеллекта, глубокого машинного обучения) для обработки различного рода данных, блуждающих на просторах сети интернет (bigdata). Данный математический инструмент вкпе с современными компьютерными технологиями позволяет прогнозировать будущие события в абсолютно любой области знаний, в том числе и в сфере научных исследований и разработок. В настоящий момент подобная технология находит широкое применение в сфере управления финансов, при прогнозировании объемов продаж новых продуктов и услуг, автоматизации производственных процессов, в сфере здравоохранения, образования, борьбе с преступностью.

Характерным плюсом данной технологии является то, что данные могут быть абсолютно любыми: посты в социальных сетях; оформленная медицинская процедура; заявка на кредит; рекомендация; акт мошенничества; спам-сообщение; покупка – все это для человеческого восприятия может трактоваться как побочный мусорный продукт, который в огромных количествах образуется в процессе жизнедеятельности человека. С другой стороны, это опыт, полученный в результате существования людей, зафиксированный, но слишком сложный для обработки конкретным индивидом в силу масштаба информации и физиологических возможностей людей. Зато с этой задачей успешно справляются компьютеры. При их правильном использовании они жадно поглощают океан данных и соответственно «учатся» на них. Результатом подобного обучения может служить долгосрочный прогноз в научно-технологической сфере, который в реальном времени может периодически редактироваться и изменяться, а также дополняться новыми возможностями или на порядок лучше улучшать уже имеющиеся.

В заключение отметим то, что построение долгосрочных прогнозов научно-технологического развития является важным инструментом при формировании социально-экономической политики любого государства. Власти стран должны четко понимать, в какой научно-технологической сфере их государство на данный момент лидирует, сможет ли оно с имеющимся научно-технологическим потенциалом составить конкуренцию на международной арене в будущем и вообще, какие тенденции и течения характерны на данный момент в научно-технологическом пространстве. Также следует отметить, что с развитием компьютерных технологий, связанных с обработкой данных, в том числе и не структурированных (любая информация, расположения в сети интернет), долгосрочное научно-технологическое прогнозирование стало утрачивать в своей сущности элемент стохастической природы. В этой связи государствам, которые хотят иметь сильную, независимую от внешних условий экономику, следует обратить внимание на новые современные методы обработки и анализа данных при формировании своих стратегических целей и задач.

¹⁵ Эрик С. Просчитать будущее. Кто кликнет, купит, совет или умрет. – М.: Альпина Паблишер, 2017.

Список литературы

1. Кузьмин И.В., Теребова С.В. Седьмая рамочная программа ЕС: возможности для российских академических учреждений // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2014. – №1. – С. 161-174.
2. Моргунов Е.В. Метод «Форсайт» и его роль в управлении технологическим развитием страны // Проблемы развития рыночной экономики. – М.: ЦЭМИ РАН, 2011. – С. 97-113.
3. Пирожкова С.В. Прогнозное обеспечение развития ИИ-технологий: прогнозирование vs футурология // Искусственный интеллект: философия, методология, инновации. Сборник трудов IX Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - М.: МИРЭА, 2015. – С. 28-34.
4. Пирожкова С.В. Прогностические стратегии в обществе знаний // Познание и сознание в междисциплинарной перспективе. Часть 2. – М.: Институт философии РАН, 2014. – С. 113-139.
5. Пирожкова С.В. Синонимичны или антиномичны понятия «прогнозирование» и «футурология»? // Философия. Толерантность. Глобализация. Восток и Запад – диалог мировоззрений: тезисы докладов VII Российского философского конгресса (г. Уфа, 6–10 октября 2015 г.). В 3-х т. Т. I. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. – С. 90-91.
6. Проблемы и перспективы инновационного развития территориальных социально-экономических систем / Под науч. ред. Наумова И.В. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2011.
7. Росс А. Индустрии будущего. – М.: АСТ, 2017.
8. Эрик С. Просчитать будущее. Кто кликнет, купит, совет или умрет. – М.: Альпина Паблицер, 2017. – 374 с.
9. Большаков Б.Е. Моделирование основных тенденций мирового технологического развития // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление: электронное научное издание. – 2010. – №4 (9). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=880>
10. Институт статистических исследований и экономики знаний ВШЭ [Электронный ресурс]. URL: <https://issek.hse.ru/>
11. Никитская Е.Ф. Прогнозирование инновационного развития: международные тенденции и Российский опыт // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – №3 (22). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-innovatsionnogo-razvitiya-mezhdunarodnye-tendentsii-i-rossiyskiy-opyt>
12. Suping L., Qiao J., Shaoli L. et al. A DNA nanorobot functions as a cancer therapeutic in response to a molecular trigger in vivo // Nature Biotechnology. 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nature.com/articles/nbt.4071>
13. Hyper Stealth Biotechnology Corp. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hyperstealth.com/>
14. MITOTECH SKQ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mitotech.ru/>
15. Regalado A. A Tale of Do-It-Yourself Gene Therapy // Mit Technology Review. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.technologyreview.com/s/542371/a-tale-of-do-it-yourself-gene-therapy/>
16. The beam of invisibility. A new cloaking technology has been developed // ScienceDaily. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/09/170913104506.htm>

TRENDS OF LONG-TERM PROJECTIONS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

Alferev Dmitry Alexandrovich,

Vologda scientific center of the Russian Academy of Sciences,
160014, Vologda, Gorky St., 56a

In the article the main directions of long-term forecasts of scientific and technological development are considered, within the framework of which the forecast and futurological approach is singled out. Their synergy in the methodology of foresight is revealed, and its positive features in relation to the previous directions are also presented. In addition, such approaches to the forecasting of the scientific and technological sphere as genetic have been explored; normative; oriented on the development of basic technologies and based on the current socio-economic needs of people. The practice of foreign countries related to the identification of critical technologies on the basis of modeled forecasts in relation to which state support is carried out is considered. The main tendencies in the field of data processing are determined, which in the future will be actively used in the formation of long-term forecasts of scientific and technological development.

Key words: scientific and technological forecasting, futurology, future technologies, trends.

JEL-codes: O30, O33.