

Подход к сравнительному анализу и выбору технологических инноваций третьей и четвертой промышленных революций

В. Н. Волкова¹, А. В. Логинова²

Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого

¹violetta-volkova@list.ru

²alexandra-lo@yandex.ru

А. Е. Леонова

ОАО «НИЦЭВТ»

alla_leonova@nicevt.ru

Ю. Ю. Черный

Институт научной информации по общественным наукам РАН (ИНИОН РАН)

yuri.chiorny@mail.ru

Аннотация. Предлагается подход к сравнительному анализу и выбору технологических инноваций третьей и четвертой промышленных революций для конкретного предприятия (организации).

Ключевые слова: косвенные количественные оценки; методы системного анализа; подход; промышленная революция; технологическая инновация; теория систем

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время становится все более очевидным, что активное развитие технологий третьей и четвертой промышленных революций в ближайшее время изменят не только промышленность, транспорт, экономику в целом, но и кардинально преобразят условия жизни человека. При этом технологические инновации могут оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на все сферы социально-экономических систем, и необходимо проводить анализ и принимать решения о целесообразности выбора новых технологий для конкретного предприятия (организации) с учетом полезности и последствий их внедрения.

II. КОНЦЕПЦИИ УПОРЯДОЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В настоящее время наиболее распространенными являются три концепции упорядочения современных технологий:

- концепция трех волн американского философа, социолога и футуролога, одного из авторов концепции постиндустриального общества **Элвина Тоффлера** (Alvin Toffler), в которой вводятся понятия: первая волна – *аграрное общество*, вторая волна – *индустриальное общество*, третья, новая волна – созданию *информационного*, или *постиндустриального*, или *инновационного* общества [12];

- концепция технологических укладов, предложенная академиком РАН **Д.С. Львовым** и **С.Ю. Глазьевым** [7], в которой выделено 6 периодов развития технологий, определяемые ведущими технологиями соответствующих этапов (рис. 1);
- концепция промышленных революций, которая развивалась постепенно разными авторами.

В то же время параллельно при изучении процессов развития социально-экономических процессов и систем применялись и другие концепции и термины: *волны или циклы Н.Д. Кондратьева*, *научные революции Т. Куна*, *научно-техническая революция (НТР)*, *научно-технический прогресс (НТП)*,

На рис. 1 приведено сопоставление периодов концепций технологических укладов и промышленных революций и основные технологии этих периодов».

Начиная со второй промышленной революции революционные изменения стали возникать не только в сфере производства, но и в сфере организационного управления.

П. Друкер показал революционную роль массового поточно-конвейерного производства (**Г. Форд**, 1908 г.), а также значение и социально-экономические последствия научной организации труда, науки о рациональном труде (**Ф. Тейлор**, **А. Файоль**, **Дж. У. Хант**, **Ф. и Л. Гильбреты**, **Э. Мэйо** и др.), выработал *новое понимание технологии*, как экономической «оболочки», *системы трудовых отношений* между людьми, ввел термины «*предпринимательское общество*» (или «*общество знаний*»), «*информационное общество*», «*общество организаций*», «*общество наемных собственников*»). Отличие нового производства – развитие не столько за счет новых инвестиций и новых технологий в материальном производстве, сколько за счет *новых знаний* о самом труде и за счет *новых специалистов* – *промышленных инженеров*, применяющих эти знания.

I, 1770	Эпоха текстиля Начало <u>Первой промышленной революции</u> Прядильные машины Текстильная промышленность
II, 1830	Эпоха пара <u>Первая промышленная революция</u> Паровая машина. Паровоз Железная дорога. Металлургия. Машиностроение
III, 1880	Эпоха стали <u>Вторая промышленная революция</u> Неорганическая химия (конвертер, динамит) Сталелитейные заводы
IV, 1930	Эпоха нефти Двигатель внутреннего сгорания Конвейерное производство Электричество. Беспроводная связь
V, 1970	Эпоха компьютеров и телекоммуникаций <u>Научно-техническая революция</u> Микроэлектронные компоненты Всеобщая электрификация Телефон, телеграф, радио и телевидение Автоматизация. Роботизация
VI, 2010	Эпоха конвергентных (эмерджентных) технологий <u>Третья промышленная революция</u> Нано-, био-, инфо-, когнитивные технологии Возобновляемые источники энергии Энергетическая сеть (smart grid) 3D-технологии

Рис. 1. Сопоставление концепций технологических укладов и промышленных революций

Идеологи, развивавшие теорию второй промышленной революции – **Ж. Фурастье, Ф. Штернбергм, Р. Аронм, Ж. Эллиоль** – рассматривали процесс НТР как вторую, еще более мощную волну развития сложной техники, автоматизации, резко повышающей производительность труда и в перспективе кардинально меняющей все отношения в обществе.

Кардинальные изменения становятся еще более ощутимыми при использовании технологий третьей и четвертой промышленных революций.

III. КОНЦЕПЦИЯ ТРЕТЬЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Концепцию *третьей промышленной революции* принято связывать в первую очередь с именем американского социального философа, экономиста, писателя, и общественного деятеля, автора идеи альтернативной энергетики **Дж. Рифкина**, который считает целесообразным распространение водородных топливных элементов для накопления энергии от возобновляемых источников и развитие «умных» энергетических сетей (smart grid).

В то же время представляется, что истоками этой революции является теория «третьей волны» и «сдвига власти» **А. Тоффлера**, которая разрабатывалась в 1990-х гг., когда электронная технология уже утвердилась в виде персональных компьютеров и гигантских информационных сетей. В 1980-е гг. Тоффлер считал, что микроэлектроника и телекоммуникации — это главный путь прогресса, обещающий гигантский рост производительности труда, национального дохода и жизненного уровня занятых.

В работах 1990-х гг. **А. Тоффлер** меняет свой подход, подчеркивая позитивные результаты НТР. в результате развития интеллектуальных технологий и возможностей *территориальной деконцентрации массового интеллектуального труда*, развития домашнего труда специалистов, связанных в коллективы системами электронной связи (теория «электронного коттеджа»).

Параллельно, начиная с 1990-х гг., **Дж. Рифкин** написал ряд бестселлеров: «Конец работы» (1995), «Век биотеха» (1998), «Эпоха доступа» (2000), «Водородная экономика: Создание Всемирной энергетической паутины и перераспределение власти на Земле» (2002) [10], «Европейская мечта» (2004) и др., popularизирующих его концепцию.

14 мая 2007 года Европарламент одобрил декларацию о третьей промышленной революции (Written Declaration pursuant to Rule 116 of the Rules of Procedure on establishing a green hydrogen economy and a third industrial revolution in Europe through a partnership with committed regions and cities, SMEs and civil society organisations, European Parliament 0016/2007).

Термин «третья промышленная революция» получил широкое распространения после выхода книги с одноименным названием с подзаголовком: «Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом», в которой **Дж. Рифкин** пишет: «В середине 1990-х гг. стало очевидно, что новая точка схождения коммуникационных и энергетических технологий не за горами. Интернет-технологии и возобновляемые источники энергии уже готовы соединиться и сформировать мощную новую инфраструктуру для третьей промышленной революции, которая изменит мир. В грядущей эпохе сотни миллионов людей будут сами производить зелёную энергию у себя дома в офисах и на заводах и делиться ею через «энергетический Интернет» точно так же, как мы сейчас создаём информацию и делимся ею в Сети. Демократизация энергии приведёт к фундаментальной перестройке человеческих взаимоотношений, изменению самой сути бизнеса, управления обществом, образования и участия в жизни гражданского общества»[11].

В соответствии с концепцией **Дж. Рифкина** в основе третьей промышленной революции лежат пять принципов:

- переход на возобновляемые источники энергии (солнечная, ветряная, гидро, геотермальная, океанических волн, биотоплива и др.);
- превращение всех зданий на каждом континенте в мини-электростанции, вырабатывающие электроэнергию в месте её потребления;
- использование водородной и других технологий в каждом здании для хранения этой энергии;
- использование интернет-технологий для превращения энергосистемы каждого континента в интеллектуальную энергосеть, позволяющую отдавать излишки энергии в электросеть и делиться ими с другими потребителями (технология smart-grid);
- переход автомобильного парка на электромобили или автомобили на топливных элементах, которые также могут получать энергию от

интеллектуальной континентальной электросети и отдавать избытки в сеть.

Основные технологии третьей промышленной революции в концепции **Дж. Рифкина** – распределённая энергетика, 3D-принтеры, рост автоматизации и распространением цифровых технологий (интернет вещей и др.).

На следующий год после выхода книги **Дж. Рифкина** «Третья промышленная революция» поднятая им тема была продолжена сразу в трех концепциях и публикациях других авторов.

В концепции доктора экономических наук, профессора МГУ **С. С. Губанова** [3], предлагается *неоиндустриальная парадигма* как формула развития России. Рассматриваются причины системного кризиса в современной экономике России, выделяются главные факторы, тормозящие переход к инновационному типу развития страны. Особое внимание сосредоточено на потерях, вызванных компрадорским характером действующей экономической системы, и в частности, ее экспортно-сырьевой модификацией. Обосновывается предложение о том, что дальнейший прогресс осуществим только на основе *планового проведения новой индустриализации – технотронной, высокотехнологичной, цифровой*.

Концепция британского журналиста **Питера Марша** основана на том, что новая промышленная революция [8] вызвана переворотом в научном мышлении — главным образом в математике, химии и физике — и выразилась в большом числе новшеств, включая появление новых технологий, нестандартных товаров, ориентированных на нетипичных клиентов, участие гораздо большего числа стран в мировом производстве и растущую важность устойчивых форм производства. П. Марш рассматривает 250 лет истории промышленного производства и объясняет, почему прямо сейчас разворачивается новая промышленная революция. По его мнению после ухода производства в страны третьего мира уходят и инженеры, и фундаментальные учёные, и знания. Необходимо сочетать дорогостоящее и дешёвое производства в рамках *гибридных стратегий*, развивать «отраслевые ниши», производство в которых требует сложных технологий (жидкое стекло для ЖК-телевизоров и т. п.).

Концепция британско-американского предпринимателя **Криса Андерсона** [1] включает в качестве главных новых технологий третьей промышленной революции – Интернет, Wi-Fi, планшеты, смартфоны, развитие 3D-технологий и 3D-принтеров. К. Андерсон прогнозирует, что в недалеком будущем каждый желающий сможет создать с помощью бесплатной дизайн-программы 3D-модель нужной вещи (или скачать готовую программу) и «распечатать» её на домашнем 3D-принтере. В сочетании с инновационными интернет-технологиями это может привести к новому ренессансу промышленности, предоставив любому желающему возможность изобретать и производить, т. е. перспективным является индивидуальное «производство воображения».

IV. КОНЦЕПЦИЯ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Прогнозируемая *четвёртая промышленная революция* означает появление полностью цифровой

промышленности, основанной на взаимном проникновении индустриальных и информационных технологий.

Для развития технологий четвертой промышленной революции немецкий экономист, основатель и бессменный президент с 1971 г. Всемирного экономического форума (международной организации в области частно-государственного сотрудничества в Давосе) **Кlaus Шваб** ориентируется на идеи Индустрии 4.0, в соответствии с которой для крупной промышленности планируется широкое внедрение в заводские процессы киберфизических систем (CPS).

К. Шваб предлагает рассматривать три блока – физический, цифровой и биологический [13], *физический блок* (беспилотные транспортные средства, 3D-печать, передовая робототехника, новые материалы); *цифровой блок* (интернет вещей и его приложения, удалённый мониторинг, цепочка блоков транзакций – блокчейн, экономика по требованию и др.); *биологический блок* (управление генетикой человека, животных и растений, а также создание клеток взрослых организмов, включая людей; 3D-производство живых тканей – биопечать).

Представленный в книге К. Шваба [13] перечень технологий, полученный в результате опроса 800 руководителей высшего звена (отчёт «Глубинное изменение — технологические переломные моменты и социальное воздействие», Прогноз до 2025) включает 23 технологии.

V. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА 2017–2030 ГГ.

В Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы в качестве основных предлагаются следующие технологии:

- а) конвергенция сетей связи и создание сетей связи нового поколения;
- б) обработка больших объемов данных;
- в) искусственный интеллект;
- г) доверенные технологии электронной идентификации и аутентификации, в том числе в кредитно-финансовой сфере;
- д) облачные технологии и туманные вычисления;
- е) интернет вещей и индустриальный интернет;
- ж) робототехника и биотехнологии;
- з) радиотехника и электронная компонентная база;
- и) информационная безопасность.

Постоянно развиваются информационные технологии разного вида и назначения [4], [6].

Таким образом, технологические инновации и их трактовки уже сейчас образуют достаточно обширное неупорядоченное пространство, которое к тому же непрерывно расширяется, и перед руководителями предприятий (организаций) возникает задача сравнительного анализа и выбора новых технологий с учетом их особенностей и возможностей.

Исследование такого неупорядоченного пространства предлагается начинать с классификации и систематизации элементов и компонентов этого пространства, с изучения закономерностей их взаимовлияния и взаимодействия между собой и с окружающей средой, на которую они

оказывают влияние, закономерностей устойчивого развития социально-экономических систем, в условиях активного внедрения технологических инноваций.

VI. ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (ОРГАНИЗАЦИИ)

Для проведения исследования предлагается применить одну из основных идей системного анализа – упрощение сложного путем постепенного сужения области

допустимых решений при организации процесса принятия решений. Для реализации этой идеи выбираются методы организации сложных экспертиз [2, 5] (рис. 2) и применяются реализующие их автоматизированные диалоговые процедуры [9].

Последовательность этапов предлагаемой методики сужения области допустимых решений при выборе технологических инноваций для конкретной организации представлена на рис. 3.



Рис. 2. Методы организации сложных экспертиз

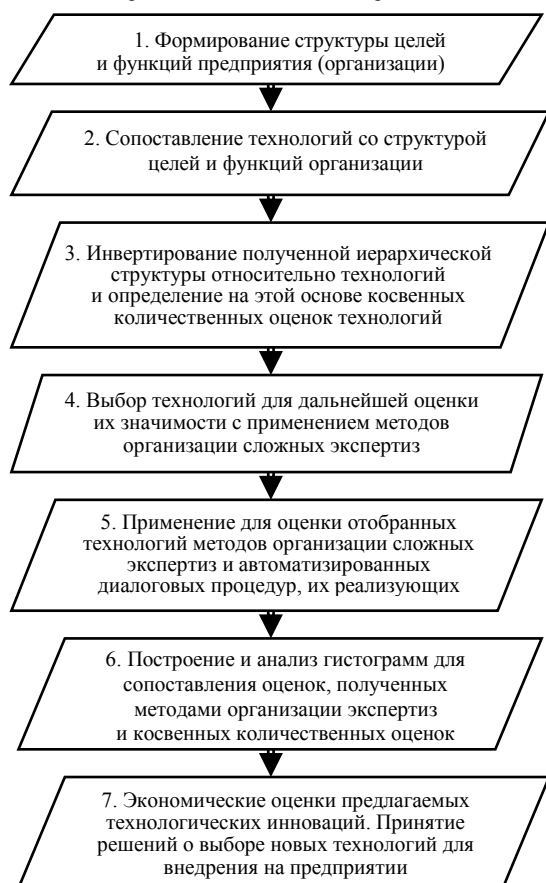


Рис. 3. Методика сужения области допустимых решений при выборе технологических инноваций

VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены концепции и основные технологические инновации современных промышленных революций.

Предложен подход и методика сравнительного анализа и выбора технологических инноваций для конкретного предприятия (организации), основанная на применении методов теории систем и системного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Anderson Chris. Markers: The New Industrial Revolution. New York, NY: Crown Publishing Group, 2012. 272 p.
- [2] Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник / Москва, 2017. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (2-е изд., пер. и доп). 462 с.
- [3] Губанов С.С. Державный прорыв. Неоиндустриализация России и вертикальная интеграция». М.: Книжный Мир, 2012. 224 с. (Серия «Сверх держава»).
- [4] Информационные технологии в системах управления / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Ефремова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та., 2017. 408 с.
- [5] Classification of Methods and Models in System analysis / V.N. Volkova., V.N. Kozlov, V.E. Mager, L.V. Chernenkaya // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017 20. 2017. С. 183-186.
- [6] Information Technologies to Support Decision-Making in the Engineering and Control / V.N. Volkova, A.Y. Vasiliev, A.A. Efremov, A.V. Loginova // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017 20. 2017. С. 727-730.
- [7] Львов Д.С., Глазьев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы : журнал. М., 1986. № 5. С. 793-804.
- [8] Марш П. Новая промышленная революция. Потребители, глобализация и конец массового производства. М.: Изд-во Института Гайдара, 2015. 420 с.
- [9] Моделирование систем и процессов. Практикум: учеб. пособие для академического бакалавриата / Под ред. В.Н. Волковой. М.: Издательство Юрайт, 2016. 295 с.
- [10] Rifkin J. The Hidrogen Economy: The Creation of the World-Wide Energy Web and the Redistribution of Power on Earth. N. Y.: Jeremy P. Tarcher, 2002. 304 p.115.
- [11] Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом. М.: Альпина нон-фикшн, 2014. 410 с.
- [12] Тоффлер Э. Третья волна The Third Wave, 1980. М.: АСТ, 2010. 784 с.
- [13] Шваб К. Четвертая промышленная революция. Перевод с англ. М.: Изд-во «Э», 2017. 208 с.