

УДК 338.2

Е. И. Максименко

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург,
e-mail: Maksimenko_liza@mail.ru

ВЛИЯНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ НА РАЗВИТИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: научно-техническая революция, промышленный переворот, индустриальная революция, волна НТР, Индустрия 4.0, инновационный процесс, промышленный интернет, высокотехнологичное предприятие.

Статья рассматривает влияние научно-технической революции на развитие высокотехнологичной промышленности. В настоящее время наука и технологии играют ключевую роль в развитии высокотехнологичной промышленности. В связи с этим возникает необходимость изучения влияния научно-технического прогресса на развитие данной отрасли экономики. В данной статье автор анализирует главные тенденции и вызовы, с которыми сталкивалась высокотехнологичная промышленность в контексте быстрого технологического развития. Кроме того, в статье рассматриваются ключевые концепции, связанные с научно-техническим развитием и высокотехнологичной промышленностью, такие как научно-техническая революция, промышленная революция, волна научно-технического прогресса, Индустрия 4.0, процесс инноваций, промышленный интернет и высокотехнологичное предприятие.

Е. I. Maksimenko

St. Petersburg State Polytechnical University, St. Petersburg,
e-mail: Maksimenko_liza@mail.ru

IMPACT OF THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL REVOLUTION ON THE DEVELOPMENT OF THE HIGH-TECH INDUSTRY

Keywords: scientific and technological revolution, industrial revolution, wave of scientific and technological progress, Industry 4.0, innovation process, industrial internet, high-tech enterprise.

The article examines the impact of the scientific and technological revolution on the development of high-tech industry. Currently, science and technology play a key role in the development of high-tech industry. Therefore, there is a need to study the impact of scientific and technological progress on the development of this sector of the economy. In this article, the author analyzes the main trends and challenges faced by the high-tech industry in the context of rapid technological development. In addition, the article discusses key concepts related to scientific and technological development and high-tech industry, such as scientific and technological revolution, industrial revolution, wave of scientific and technological progress, Industry 4.0, innovation process, industrial internet, and high-tech enterprise.

Введение

В современном быстро меняющемся мире научные и технологические достижения стали движущей силой развития высокотехнологичных отраслей промышленности. Поэтому крайне важно понимать, как влияет научно-технический прогресс на рост этой экономической сферы. В данной статье мы рассмотрим основные тенденции и вызовы, с которыми сталкивается высокотехнологичная промышленность в условиях быстрого технологического развития. Также мы изучим ключевые концепции, связанные с научно-техническим прогрессом и высокотехнологичной промышленностью, такие

как научно-техническая революция (НТР), промышленная революция, волна научно-технического прогресса, Индустрия 4.0, процесс инноваций, промышленный интернет и высокотехнологичное предприятие.

Цель исследования – получить более глубокое понимание критической роли науки и технологий в формировании будущего высокотехнологичных отраслей промышленности.

Материалы и методы исследования

Анализ статистических данных, построение математических рядов – «длинных статистических рядов», сравнительный анализ

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Рассмотрены примеры успешных стратегий развития высокотехнологичной промышленности в различных странах мира в исторической ретроспективе.

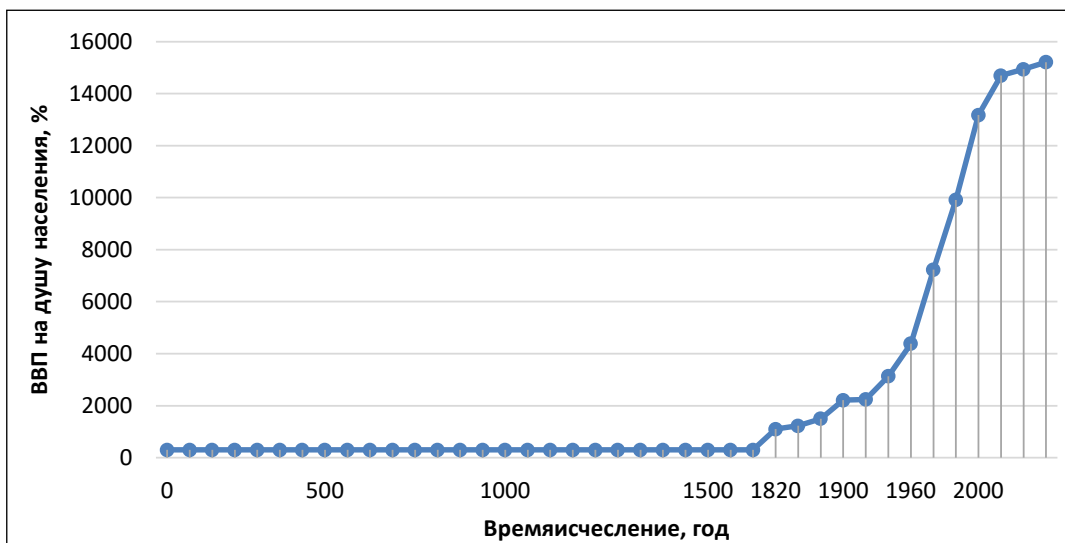
Из истории экономики известно, что вплоть до XVIII века заметного роста доходов на душу населения и ускорения темпов развития не наблюдалось. При рассмотрении долгосрочной динамики мирового валового внутреннего продукта (ВВП) (рисунок), используя методологию «длинных статистических рядов» британского экономиста Ангуса Мэддисона (Angus Maddison) и базу данных уровня глобального ВВП специалистов Университета Гронингена (University of Groningen) [7], следует выделить его экспоненциальный рост начиная с промышленной революции середины XVIII века.

Промышленный переворот – это новый качественный уровень экономического развития, который подвержен воздействию восходящих и нисходящих потоков, связанных с количественными изменениями и циклами [4]. Экскурс в историю позволяет констатировать, что наука и техника проникли во все сферы жизнедеятельности человека и общества, преобразовав сферу материального производства и обеспечив рост производительности труда. Человечество вышло на иной уровень своего развития, продемонстрировав трансформацию производства.

Этапы научно-технической революции были различны в зависимости от страны или региона. Промышленные или индустриаль-

ные революции ведут свой отчет с конца XVIII в. **Англия** стала родоначальником промышленного переворота, поскольку имела необходимые технические и социальные предпосылки, что способствовало Англии обогнать все страны Европы и начать новый этап в развитии мировой экономики.

В Европе можно выделить несколько общих этапов. Первый этап научно-технической революции (НТР) в Европе (промышленная революция, середина 18 века – середина 19 века) связан с переходом от ручного труда к машинному производству, появлением первых паровых машин и развитием текстильной промышленности. Второй этап НТР в Европе (развитие науки и технологий, конец 19 века – начало 20 века) характеризуется появлением новых научных подходов, таких как электродинамика и квантовая механика, а также важных изобретений, таких как радио и телефон. Третий этап НТР в Европе (постиндустриальное общество, с 1960-х годов до настоящего времени) связан с развитием информационных и компьютерных технологий, созданием интернета и телекоммуникаций, а также с развитием биотехнологий и применением робототехники. Кроме того, в Европе нередко выделяют отдельный этап НТР, связанный с переходом к экологически устойчивому развитию, который начался в конце 20 века и продолжается по настоящее время. В рамках этого этапа активно развиваются альтернативные и возобновляемые источники энергии, создаются экологически чистые технологии и производства.



Динамика мирового ВВП за период 1 – 2018 гг.

Позднее вступление позволило **США** использовать европейский, и особенно английский, технический опыт. Переход к индустриальным методам занял сравнительно небольшой период времени и завершился почти одновременно со многими европейскими странами. Американская экономика развивалась невиданно быстрыми темпами. В итоге бурного индустриального подъема США превратились в промышленно развитую страну и промышленность США вышла на второе место в мире по объемам производства. В США первый этап НТР (образование НТР, 1945-1965 гг.) был связан с разработкой ядерной энергетики и ракетных технологий, таких как проект Манхэттен и создание первой атомной бомбы. Этот этап также ознаменовался созданием первых компьютеров, которые использовались для научных и военных целей. Второй этап НТР в США (информационная революция, 1965-1985 гг.) характеризуется появлением персональных компьютеров, развитием телекоммуникаций и применением военных технологий в гражданской сфере. В этот период были созданы такие компании, как IBM и Apple, а также разработаны первые операционные системы и программное обеспечение. Третий этап НТР в США (конвергенция НТР и биотехнологий, 1985-2005 гг.) связан с развитием новых материалов, геной инженерии и биотехнологий, а также повсеместным использованием интернета. В этот период были созданы такие компании, как Google и Amazon, а также проведены исследования в области генного кода и лекарственных препаратов. Четвертый этап НТР в США (цифровая экономика, с 2005 года) характеризуется развитием Интернета вещей, искусственного интеллекта, робототехники и других технологий, связанных с цифровыми технологиями. В этот период продолжают развиваться компании, такие как Facebook и Tesla, а также проводится множество исследований в области блокчейна и криптовалют.

Япония начала промышленный переворот после Второй мировой войны (конец 1940-х – середина 1950-х), который был связан с быстромодернизацией японской промышленности, а также разработкой и производством электронных устройств. Второй этап НТР в Японии (60-е – 70-е годы XX века) характеризуется разработкой новых технологий, таких как полупроводни-

ки, видеотехника и лазерные устройства. В этот период Япония стала одним из ведущих мировых экспортеров электроники. Третий этап НТР в Японии (80-е – 90-е годы XX века) был связан с созданием и развитием новых отраслей промышленности, таких как компьютерная техника, автомобильная промышленность, производство полупроводников и других передовых технологий. Четвертый этап НТР в Японии (настоящее время) связан с созданием и разработкой новых технологий, таких как искусственный интеллект, кибербезопасность и биотехнологии. Япония остается ведущей страной по производству высокотехнологичных и продвинутых товаров. Как и в других странах, японские научные и технологические достижения также направлены на решение экологических проблем, энергетическую эффективность и защиту окружающей среды.

Первый этап НТР в **Китае** (экономические реформы, 1978 год – настоящее время) был связан с началом экономических реформ и открытием для иностранных инвестиций. Этот этап привел к быстрому развитию китайской экономики и признанию ее как одной из ведущих мировых экономик. Второй этап НТР в Китае (разработка технологий и промышленности, 1990-е годы – настоящее время) характеризуется масштабным развитием промышленности и технологий, созданием широкополосного интернета, разработкой и запуском спутниковой навигационной системы Бэйдоу и других новых технологий. Третий этап НТР в Китае (укрепление позиций в мировой экономике и технологиях, настоящее время) связан с укреплением позиций Китая в мировой экономике, созданием новых технологий и продвижением их на международном рынке. Китай активно работает над экологически чистыми технологиями, созданием возобновляемых источников энергии, уменьшением выбросов парниковых газов и другими мерами для защиты окружающей среды.

НТР в **России** также имел свой ряд этапов. Первый этап НТР в России (начало XX века – начало 1930-х годов) был связан с развитием тяжелой промышленности, развитием механизации и производством новых видов материалов. Второй этап НТР в России (1940-е – 1950-е годы) характеризуется созданием ядерного оружия, космической

отрасли и разработкой компьютерных технологий. Третий этап НТР в России (60-е – 70-е годы XX века) был связан с разработкой новых видов энергетики, таких как АЭС и гидроэнергетика, а также усовершенствованием авиационной промышленности и созданием новых видов транспорта. Четвертый этап НТР в России (1990-е годы – настоящее время) связан с перестройкой экономики и технологий, созданием новых отраслей промышленности и продвижением в области информационных технологий. В последние годы Россия активно работает над развитием технологий в области искусственного интеллекта, криптографии, кибербезопасности и других передовых технологий. Одним из приоритетов является также развитие возобновляемых источников энергии и экологически чистых технологий.

Научно-техническая революция в значительной мере повлияла на развитие химической промышленности. Новые технологии и инновации улучшили производственные процессы и повысили качество химической продукции. Некоторые из ключевых изменений, которые произошли благодаря научно-технической революции, включают: (10) ис-

пользование электронных систем управления для автоматизации и контроля производства, что приводит к повышению эффективности и точности производства; (2) разработка и использование новых материалов с улучшенными свойствами, таких как биоразлагаемые полимеры и наноматериалы; (3) применение новых способов обработки и синтеза, таких как 3D-печать и микрореакторы, что ускоряет и улучшает производственные процессы; (4) внедрение новых методов экологически чистой и безопасной переработки отходов и загрязняющих веществ.

Рассмотрев переход развитых стран мира от промышленного переворота к индустриальному развитию, следует отметить, какое влияние на развитие мировой экономики оказала именно научно-техническая революция (НТР). Термин «научно-техническая революция» был введен в оборот английским философом Б. Расселом в 1963 году, который под НТР понимал процесс превращения науки в непосредственную производительную силу общества в результате овеществления научного труда в продукте материального производства [4]. Каждая волна НТР имела свои характеристики, свою длительность и свои достижения (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика волн НТР

Волны НТР	Длительность	Характеристика	Достижения
Первая волна НТР (промышленная революция) Доминируют: Англия, Франция, Германия и США	1710–1880	Текстильная промышленность, машиностроение, выплавка чугуна, водяной двигатель, применение парового двигателя внутреннего сгорания в промышленности	Переход от ручного к механизированному производству, появление крупных мануфактур, появление отраслевой промышленности, замена торгового капитала промышленным
Вторая волна НТР (индустриальная революция) Доминируют: США, Германия, Англия, Франция	1880–1939	Развитие электротехнической отрасли, появление тяжелого машиностроения, развитие неорганической химии, автомобилестроения, авиастроения, нефтяной отрасли	Широкое применение электродвигателя, стандартизация производства, развитие транспортных систем и коммуникаций, появление сетевой торговли и технологических стандартов, промышленные способы получения алюминия
Третья волна НТР (постиндустриальная революция) Доминируют: США, СССР, Япония, страны ЕС, Китай, Корея	1939–2000	Электрическая и атомная энергетика, серийное производство, генетические, биологические, телекоммуникационные технологии,	Появление атомной, электронной, космической промышленности в первой фазе, микроэлектроники, оптоволоконных производств во второй фазе, информационных технологий, нанотехнологий, молекулярной электроники
Четвертая волна НТР (Индустрия 4.0) Доминируют:	2000 – по н. в.	Цифровые технологии, искусственный интеллект, кибербезопасность, облачные технологии, 3-D технологии, дополненная реальность	Развитие беспилотных транспортных средств, 3D-печати, передовой робототехники и новых материалов, генетического секвенирования, синтетической биологии

Однако стоит помнить, что эволюция научно-технического прогресса также имеет свои негативные стороны, такие как возрастание социальных неравенств, потеря рабочих мест, нарушение экологического баланса и другие вызовы, которые требуют принятия соответствующих мер для их решения.

Во второй половине XX века в условиях схожести исходных стартовых возможностей успеха добивались те страны, которые делали ставку на НТР, новые технологии и науку. Развитие высокотехнологичной промышленности достигло такого уровня, когда без фундаментальной науки, образования и инновационных технологий рассчитывать на успех в конкурентной международной гонке за рынки сбыта стало невозможно.

Третья волна НТР принципиально изменила один из важнейших параметров НТП его темп, ускорила процесс обновления знаний. Научно-технический прогресс (НТП) – это непрерывный процесс, который происходит одновременно в научной и производственной области и оказывает существенное влияние на производственную сферу, ускоряя темпы социально-экономического развития страны. В этой связи появился еще один термин – «инновационный процесс», который в современной экономике получил широкое распространение.

Инновационный процесс – это процесс, охватывающий весь цикл преобразования научного знания, научных идей и открытий в инновацию [2]. Он может начинаться с идеи или концепции, затем проходить этапы разработки, тестирования и оценки эффективности, и заканчиваться выпуском на рынок и дальнейшим сопровождением продукта.

Инновационный процесс включает в себя широкий спектр дисциплин, таких как наука, инженерия, маркетинг, финансы и управление бизнесом. Непрерывное совершенствование инновационного процесса становится ключевым фактором успеха компаний в условиях быстро меняющегося рынка и повышенной конкуренции.

Сформулируем авторское определение инновационного процесса. Инновационный процесс – это последовательность действий и этапов, которые осуществляются с целью создания и внедрения новых продуктов, технологий, услуг или бизнес-моделей на рынке.

Темп НТП – это время, затраченное на реализацию инновационной идеи или научно-технической разработки в произ-

водстве. В условиях, когда скорость появления новых научно-технических разработок год от года возрастает, временные параметры становятся фактором экономического успеха.

В настоящее время мы находимся у истоков четвертой промышленной революции, которая по сложности и масштабу не имеет аналогов в предыдущем опыте человеческой цивилизации. Ее сущность в переходе на полностью автоматизированное цифровое производство, управление которым будет возложено на интеллектуальные системы, а также в создании глобальной промышленной сети вещей и услуг. Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) – это переход на полностью автоматизированное цифровое производство, которое контролируется система искусственного интеллекта в режиме реального времени [5].

Термин «Индустрия 4.0» (И4.0) появился в 2011 году в Германии на Ганноверской ярмарке, крупнейшей в мире промышленной выставке, и представляет собой новый этап развития промышленности, который называют четвертой промышленной революцией. В отличие от предыдущего этапа, когда основные усилия промышленных предприятий были направлены на автоматизацию оборудования и технологических процессов, основой нового этапа выступают инструменты цифровой экономики, такие как: анализ больших массивов данных и продвинутые алгоритмы, облачные сервисы, интеллектуальные датчики, 3D печать, «Интернет вещей», дополненная реальность, искусственный интеллект и персонализация взаимодействия с клиентами [6].

В отдельных регионах мира используется другая терминология, например «промышленный интернет» (Industrial Internet) США, «Интернет+» в КНР. В основе концепции лежат ключевые понятия: киберфизические системы (cyber-physical systems), интернет-услуг (internet of services) и «умные» фабрики (smart factories) [3]. С технологической точки зрения И4.0 сводится преимущественно к цифровизации и автоматизации.

Развитие технологий И4.0 предполагает увеличение производительности труда в промышленности и повышение эффективности компаний в целом, что требует от них пересмотра стратегических приоритетов, затрагивающих различные аспекты деятельности компании (табл. 2) [3].

Общая характеристика изменений, обусловленных И4.0

Аспект	Описание
Уровень развития И4.0	Внедрение новых технологий (как правило, носящее неоднородный, постепенный, фрагментарный, но общий для всех игроков характер), способное изменить порядок использования ресурсов персоналом и администрацией и тем самым повлиять на конкурентные преимущества компаний
Ожидаемые эффекты/выгоды	Освоение новых продуктов и процессов, ведущее к росту эффективности, порождающее новые/более весомые конкурентные преимущества (оптимизация распределения и использования ресурсов)
Риски и вызовы	Осознание необходимости капиталовложений и обучения персонала для повышения эффективности управления в целях усиления конкурентоспособности на базе имеющихся ресурсов в контексте И4.0
Изменение отраслевого ландшафта	Непредсказуемость поведения партнеров по отрасли из-за И4.0. осознание как возможностей, так и барьеров, неуверенность в том, насколько целесообразно копировать стратегию партнеров в отношении И4.0
Отношения с отраслевыми партнерами	Неопределенность перспектив государственной поддержки, активное давление со стороны партнеров к продвижению по цепочке стоимости и интенсификации взаимосвязей
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0	Плюрализм мнений об инициаторах цифровой трансформации, осознание потенциала И4.0 по оптимизации международного бизнеса

Изучив подходы разных авторов, сформируем авторское определение Индустрия 4.0 следующим образом – это система социально-экономических отношений, возникающих в процессе максимальной цифровизации и автоматизации производства на основе использования современных киберфизических, облачных и аддитивных технологий, возможностей искусственного интеллекта и приемов обработки больших объемов данных с последующим формированием глобальной промышленной сети бизнес-процессов, продуктов и услуг.

Заключение

Таким образом, научно-техническая революция не только повлияла на современную

промышленность, но и открывает новые возможности для развития более эффективных и экологически чистых производственных методов. Различия влияния научно-технической революции мировой и российской промышленности заключаются в исторических, экономических и политических особенностях каждой страны. В мировой химической промышленности научно-техническая революция привела к созданию новых материалов, производственных процессов и инструментов, которые увеличили производительность, повысили качество продукции и улучшили работу оборудования. Она также сократила затраты на производство и снизила количество отходов, что привело к экономическим выгодам.

Библиографический список

1. Бекбергенева Д.Е. Ключевые направления развития индустрии 4.0 в современных условиях цифровизации экономики // Экономические науки. 2020. № 4. С. 61-65.
2. Гамидов Г.С. Инноватика – наука управления процессами преобразования научных достижений в инновации // Инновации. 2010. № 02(136). С. 28-42.
3. Гётц М., Янковска Б. Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях пост-переходной экономики // ФОРСАЙТ. 2020. Т. 14. № 4. С. 61-78.
4. Савельев В.Н. История экономики зарубежных стран: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2017. 311 с.
5. Шмелева А.С. Методы и инструменты гибкого управления цифровыми инновационными проектами: дис. ... канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2022. 243 с.
6. Юдина М.А. Индустрия 4.0: перспективы и вызовы общества // Государственное управление. Электронный вестник. 2017. № 60. С. 197-215.
7. Maddison Project Database 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/releases/maddison-project-database-2020> (дата обращения: 10.05.2023).