

## Научно-технический прогресс: инвестиционная составляющая

Фомин Дмитрий Александрович

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск, Россия  
e-mail: fomin-nsk@yandex.ru

**Цитирование:** Фомин Д.А. (2022). Научно-технический прогресс: инвестиционная составляющая. *Terra Economicus* 20(1): 52–64. DOI: 10.18522/2073-6606-2022-20-1-52-64

*В своем подавляющем большинстве современные российские исследователи при изучении возможностей роста экономики основные усилия концентрируют на достижениях научно-технического прогресса и инновационном развитии. При этом экономисты не дают никаких количественных оценок стоимости научно-технических достижений и не обсуждают вопрос о возможности модернизации экономики России на основе этих достижений. Отсутствие стоимостных оценок передовых технологических достижений порождает иллюзию возможности модернизации экономики России без существенного увеличения инвестиций и без материальных жертв со стороны населения. В данной статье на примере двух секторов экономики – высокотехнологичной интернет-торговли и автоматизированного жилищного хозяйства – показывается высокая стоимость современных технологий. Определены факторы, сдерживающие появление современных инновационных производств в российской экономике. Помимо дороговизны таких производств, к ним отнесена необходимость восстановления изношенной материальной базы экономики, а также отсутствие многих необходимых производств предыдущих технологических укладов. В качестве отдельного фактора, препятствующего появлению научно-технических достижений, выделена низкая стоимость рабочей силы, что мотивирует предпринимателей использовать дешевый труд вместо дорогих машин. Показано, что современная российская экономика, не располагающая необходимым объемом инвестиционных ресурсов, не способна к модернизации и созданию современных производств.*

**Ключевые слова:** экономический рост; инвестиции; научно-технический прогресс; технологический уклад; четвертая промышленная революция; вторая эра машин; интернет-торговля; интернет вещей

**Благодарность:** Работа выполнена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект 5.6.6.4. (0260-2021-0008) «Методы и модели обоснования стратегии развития экономики России в условиях меняющейся макроэкономической реальности».

# Scientific and technological progress: An investment component

Dmitry Fomin

Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch RAS, Novosibirsk, Russia  
e-mail: fomin-nsk@yandex.ru

**Citation:** Fomin D. (2022). Scientific and technological progress: An investment component. *Terra Economicus* 20(1): 52–64. DOI: 10.18522/2073-6606-2022-20-1-52-64

*The overwhelming majority of modern Russian researchers concentrate their major efforts on the achievements of scientific and technological progress and innovative development while studying the possibilities of economic growth. At the same time, economists do not give any quantitative estimates of the cost of scientific and technological achievements and do not discuss the possibilities of modernizing the Russian economy on the basis of these achievements. The lack of cost estimates of advanced technological achievements gives rise to the illusion of the possibility of modernizing the Russian economy without a significant increase in investment and without material sacrifices on the part of the population. This article shows the high cost of modern technologies, using the example of two economic sectors: high-tech e-commerce and automated housing services. The factors restraining the emergence of modern innovative industries in the Russian economy are already known. In addition to the high cost of such industries, they include the need to restore the worn-out material base of the economy, as well as the absence of many necessary industries in previous technological paradigms. The low cost of labor is highlighted as a separate factor that hinders the emergence of scientific and technological achievements, motivating entrepreneurs to use cheap labor instead of using expensive machines. It is shown that the modern Russian economy does not have the necessary volume of investment resources, and thus is not capable of modernizing and creating modern production facilities.*

**Keywords:** economic growth; investments; scientific and technological progress; technological paradigm; Fourth Industrial Revolution; Second Machine Age; e-commerce; Internet of things

**JEL codes:** E22, L81, L85, O10

## Введение

В обширной экономической литературе, посвященной современному этапу научно-технического прогресса, вопросы о цене передовых достижений и возможностях модернизации экономики на их основе в большинстве случаев остаются за пределами рассмотрения экономистов. Общая точка зрения заключается в том, что решение многочисленных российских экономических проблем видится в переходе на новые современные технологии, построении инновационной экономики, формировании нового технологического уклада. Многочисленные исследования, выполненные на материалах многих стран, подтверждают зависимость между экономическим ростом, уровнем вложений в человеческий капитал и затратами на исследования и разработки (Palkina, 2020; Gang-Gao Hu, 2021). Существуют также достаточно убедительные расчеты, согласно которым производство, возникшее в ходе современного этапа промышленной революции, растет более высокими темпами и является более эффективным (Simachev et al., 2021). Конечно, есть примеры функционирования современных технологий и в отраслях российской экономики, и в ряде российских регионов (Razmanova and Andrukhnova, 2020; Yankovskaya et al., 2020). Однако стоит задать такой вопрос: имеет ли вся российская экономика доступ к современным достижениям научно-технического прогресса, или этот доступ находится за пределами ее воз-

возможностей? Может быть, российская экономика нуждается в развитии традиционных отраслей экономики? Для ответа на данные вопросы в статье рассмотрены два примера. Один касается наиболее динамичной и инновационной отрасли российской экономики – электронной торговли, другой пример связан с цифровыми изменениями личного домашнего пространства. Прежде чем перейти к этим примерам, стоит рассмотреть сущность научно-технического прогресса.

### **Цифровизация как современный этап научно-технического прогресса**

Существует множество интерпретаций современного этапа научно-технического прогресса. Целый ряд исследователей отмечают его затухающий характер, а существующие достижения, по мнению таких авторов, кардинально меняют лишь досуг и общение людей, но мало что приносят инновационного в общество и экономику. Однако и те исследователи, для которых прогресс очевиден, неоднозначны в своих суждениях. Основываясь на исторической преемственности происходящих дискретных научно-технических изменений, исследователи увеличивают степень их радикальности путем понижения порядкового номера этапа, описывающего характер этих изменений.

В СССР в конце 80-х годов С.Ю. Глазьевым и Д.С. Львовым была предложена хронологическая классификация последовательностей научно-технического прогресса в виде технологических укладов (Львов, Глазьев, 1987). Первый начальный этап этой хронологии относился к концу XVIII века, к периоду первой промышленной революции, а современный этап является шестым. В России в настоящее время это наиболее популярный взгляд на характер научно-технического прогресса и его этапы.

В 2011 году в Германии оформилась новая теоретическая конструкция, в рамках которой современный этап научно-технического прогресса получил название четвертой промышленной революции (или «индустрии 4.0») (Шваб, 2020). По мнению авторов подхода, третья (компьютерная) революция, начавшаяся в 1960-е годы, подошла в текущем десятилетии к своему завершению. Основу ее развития составляли полупроводники (60-е годы), большие ЭВМ (70-е годы), персональные ЭВМ (80-е годы), интернет (90-е и нулевые годы). Начавшаяся четвертая революция опирается на все эти цифровые достижения, но в ее основе лежит тотальный мобильный интернет, миниатюрные компьютеризированные устройства, искусственный интеллект и обучающиеся машины.

Наконец, наиболее радикальный взгляд на природу научно-технического прогресса в 2014 году предложили исследователи из Массачусетского университета Э. Бриньолфсон и Э. Макафи (Бриньолфсон, Макафи, 2017). По мнению авторов исследования, исторически вся экономическая деятельность человека имела два ограничения. Первое ограничение – физическое, связанное с недостатком мускульной силы человека и животных. Второе ограничение – интеллектуальное, в основе которого лежит невозможность человеческого мозга хранить и анализировать большие объемы информации. Преодоление первого ограничения было связано с революционным изобретением парового двигателя и последовавшей за ним цепи инноваций, приведших к появлению двигателя внутреннего сгорания, возможности генерации электроэнергии, конвейерному производству. Все эти изменения, связанные с производством огромных объемов энергии и возможностями их транспортировки, составляли суть первой эры машин. Вторая эра машин призвана снять второе ограничение, интеллектуальное. Основой второй эры машин стали компьютеры и цифровые достижения, позволяющие умножить интеллектуальные способности человека и на этой основе менять окружающий мир, в том числе и экономический.

Несмотря на разницу в описании периодизации научно-технического прогресса, в вопросах сущностного определения его современного этапа сложилось практически полное единодушие. Это единодушие заключается в признании цифровых технологий основным фактором происходящих изменений. Сами цифровые технологии определяются как совокупность компьютеров и компьютеризированных устройств, программ и сетей. В контексте развития цифровых технологий и стоит внимательно рассмотреть научно-технический прогресс с точки зрения инвестиционных возможностей современной экономики России по созданию новых видов производств.

Действие научно-технического прогресса проявляется в трех основных экономических показателях: росте производительности труда, увеличении производственных мощностей и в снижении стоимости единицы мощности в производственной итерации.

В научно-популярной литературе для описания изменений в цифровых технологиях часто используют так называемый закон Мура, согласно которому скорость изменения сложности компонентов процессора или количество транзисторов центрального процессора удваивается каждые два года. Конечно, закон Мура не является законом, это более-менее правдоподобное эмпирическое наблюдение, обладающее несомненной аналитической и прогностической ценностью. Стремительно меняется не только производственная вычислительная мощность: не менее стремительно снижается стоимость единицы этой мощности.

Достаточно наглядно изменения в трех базовых экономических характеристиках – производительности, мощности и стоимости отражаются, например, в такой всем знакомой операции как поиск нужной информации. Традиционная технология привязана к бумажным носителям (книгам) и местам их хранения (библиотекам). По расчетам, среднее время на поиск ответа в такой системе составляет 22 минуты, а при использовании электронного поисковика время сокращается до 7 минут (Бриньолфсон, Макафи, 2017: 158). При этом для получения ответа на один запрос требуется такой же объем вычислений, что и на весь объем наземных и полетных вычислений для космической программы «Аполлон» (Шваб, 2020: 207).

Выводы из рассмотренного примера (а таких примеров можно привести много) представляются очевидными. Во-первых, научно-технический прогресс ведет к значительному росту производительности. Во-вторых, научно-технический прогресс ведет к стремительному увеличению производственных (вычислительных) мощностей. И, в-третьих, единица производственной (вычислительной) мощности и стоимости производственной операции резко снижается. В самом деле, то, что раньше было доступно только самым передовым государствам и концентрировалось на самых приоритетных направлениях деятельности, теперь доступно практически каждому. Вряд ли сегодня можно считать расходы на приобретение вычислительных мощностей и получение информации, достаточных для обеспечения космических полетов, чрезмерными с точки зрения их стоимости.

Однако какой бы привлекательной ни казалась идея модернизации современной экономики на основе передовых достижений науки, ее практическая реализация имеет массу трудностей, важнейшей из которых является дефицит инвестиционных ресурсов. Для демонстрации этой трудности ниже рассмотрены два примера.

### *Электронная торговля*

Розничная торговля, как и любая отрасль экономики, крайне разнообразна по своему составу. Наряду с традиционными и архаичными формами в ней присутствует высокотехнологичный сегмент, основанный на удаленном доступе покупателя к товарам, централизованной логистике и индивидуальной доставке заказов. Такой формат торговли рассмотрен на примере известной интернет-компании «Ozon».

Прежде всего, компанию (как, впрочем, и многие другие компании цифрового розничного сегмента) отличает высокая динамика роста продаж. Начиная с 2014 года ежегодный прирост товарооборота компании колебался в пределах от 60% до 100%<sup>1</sup>. С начала 2020 года динамика перестала быть высокой, она стала сверхвысокой: оборот «Ozon» в первом квартале вырос в 2,15 раза по сравнению с первым кварталом 2019 года, а начиная с апреля – в 3 раза<sup>2</sup>. Вне всякого сомнения, столь впечатляющий рост основан на использовании передовых научно-технических достижений в области логистики и обработки заказов.

Центральный и самый дорогой элемент электронной торговой инфраструктуры – логистический центр, который принимает товары от производителя и формирует готовые заказы для доставки. Около десяти лет назад для обработки интернет-заказов в США появился новый тип складской недвижимости – fulfillment-центр, позволяющий максимально сократить время на формирование заказа. В последние несколько лет это сегмент торговой инфраструктуры активно развивается и в России<sup>3</sup>.

В настоящее время один из самых крупных и современных fulfillment-центров России находится в Московской области (Хоругвино) и принадлежит компании «Ozon». По сути, это фабрика e-commerce.

<sup>1</sup> Селезнева А. Шопинг в эпоху самоизоляции: рост e-commerce подстегнул спрос на склады. <https://pro.rbc.ru/news/5e834f8f9a79475eb0bd716a>

<sup>2</sup> Смирнова В. (2020). Услуга быстрого привыкания. <https://plus.rbc.ru/news/5ef5da647a8aa93d277d28eb>

<sup>3</sup> Фулфилмент для интернет-торговли (2019). М.: Data insight, 131 с.; Эволюция складов: от хранения к фулфилмент центру. <https://www.lobanov-logist.ru/library/356/64085/>

Площадь склада составляет 112 тыс. м<sup>2</sup>, высота 12 м (это чуть ниже высоты стандартного пятиэтажного дома). Склады оборудованы пятиэтажной мезонинной системой хранения товара, на каждом этаже существует собственная система кондиционирования и вентиляции. В центре довольно высокий уровень цифровизации и автоматизации. Он оборудован автоматическими конвейерными системами, интеллектуальной системой управления складами, автоматизированной системой сортировки посылок и загрузки автотранспорта, а весь учет поступающих и отправленных товаров является электронным. Вместе с тем на сегодняшний день уровень автоматизации основных операций – сборка заказа и его упаковка довольно низкий и не превышает 10%. Причина заключается в принципиальной технической невозможности роботизации многих технологических процессов и дороговизне робототехники. Ежедневно центр обрабатывает 350 тыс. посылок, а среднее время на обработку одного отправления составляет 3,5 час<sup>4</sup>.

Если говорить с точки зрения традиции, то fulfillment-центр очень мало напоминает хорошо знакомый торговый склад. По концентрации труда, размерам вложенного капитала, режиму работы и степени эксплуатации работников fulfillment-центр гораздо ближе к заводам и фабрикам индустриальной эпохи, которых в сегодняшней России практически не осталось<sup>5</sup>.

Для того, чтобы понять, сколько стоят научно-технические достижения, нужно сравнить производительность и фондовооруженность работников передовых форм розничной торговли со среднеотраслевыми показателями. Сравнение носит примерный характер из-за неточности и недостаточности показателей, но, думаю, примерное соотношение показателей расчет отражает.

Стоимость строительства fulfillment-центр в Хоругвино не раскрывается, но в деловой печати есть данные о том, что стоимость земельного участка, подъездных дорог, здания и оборудования начинается от 7 млрд руб. Для корректности расчетов возьмем нижнюю оценку показателя. Всего в компании «Ozon» 12 тыс. чел. Будем считать, что в среднем фондовооруженность работников компании соответствует фондовооруженности рассмотренного распределительного центра.

Расчет произведен только по организованной форме торговли, т.е. по крупным, средним и малым предприятиям отрасли. Из этого расчета исключена неорганизованная (в основном теневая) торговля. Результаты расчетов сведены в таблицу.

Таблица

**Расчет производительности и фондовооруженности работников компании «Ozon» и организаций розничной торговли, 2018 год**

Показатели	Компания «Ozon»	Организации розничной торговли	Соотношение, раз
1. Выручка, млрд руб.	73,8 <sup>1</sup>	16130,2 <sup>4</sup>	—
2. Численность работников, тыс. чел.	12,0 <sup>2</sup>	2667,2 <sup>4</sup>	—
3. Стоимость основного капитала, млрд руб.	16,8 <sup>3</sup>	1674,5 <sup>4</sup>	—
4. Производительность, млн руб. на 1 работника (стр. 1 / стр. 2)	6,15	6,05	1,02
5. Фондовооруженность, млн руб. на 1 работника (стр. 3 / стр. 2)	1,40	0,63	2,23

Источник: 1. Ozon сообщил о росте выручки на 73% в 2018 году. <https://finance.rambler.ru/realty/41974978-ozon-soobschil-o-rostе-vyruchki-na-73-v-2018-godu/?updated> (выручка приведена с учетом услуг по продаже авиабилетов и бронирования отелей).

2. Ozon уволит большинство курьеров. Компания переведет доставку покупок на партнеров. <https://www.kommersant.ru/doc/4225434>.

3. Кузьмина В. (2019). Заказ на «умную» коробку. *Эксперт* 40: 27 (стоимость рассчитана исходя из стоимости fulfillment-центра в Хоругвино, количества работников центра и соотношения рассчитанной фондовооруженности на всю компанию).

4. Торговля в России-2019. Статистический сборник. [https://gks.ru/bgd/regl/b19\\_58/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b19_58/Main.htm)

<sup>4</sup> Кузьмина В. (2019). Заказ на «умную» коробку. *Эксперт* 40: 26–27.

<sup>5</sup> Например, в некогда индустриальной столице Сибири – Новосибирске – в настоящее время нет ни одного промышленного предприятия с численностью занятых более 5 тыс. чел.

Как видно, переход на современные формы торговли требует создания более дорогих рабочих мест, но при этом не ведет к существенному росту производительности. В значительной степени это объясняется тем, что с повышением технологической сложности ритейла снижается размер торговой маржи и, как следствие, эффективность единицы продажи. В 2019 году средний чек стоимости заказа в интернет-магазине составлял около 3500 руб. Валовой доход магазина (т.е. разница между стоимостью проданных и купленных товаров) от каждого заказа равнялся 945 руб., издержки обращения составляли 939 руб., а прибыль – 6 руб.<sup>6</sup> Нетрудно рассчитать, что рентабельность продаж интернет-магазинов составляет всего 0,17%. Что касается традиционной торговли, то в ней рентабельность продаж, по нашим с Г.И. Ханиным расчетам, составляет 16,30% (Ханин, Фомин, 2005). Если традиционная торговля генерирует прибыль за счет максимизации торговой наценки, то интернет-торговля – за счет ее минимизации при одновременной максимизации объемов продаж. Технологические изменения позволили снизить норму рентабельности розничных продаж чуть ли не в 100 раз. Торговая выручка при том же объеме проданных товаров снизилась, поэтому и производительность осталась практически неизменной.

Определим, далее, объем средств, необходимый для создания современной материальной базы отрасли. Исходя из фондоемкости продаж компании «Ozon», примерная стоимость основного капитала розничной торговли должна составить 3,7 трлн руб., т.е. вырасти на 2,0 трлн руб. Предположим, далее, что доведение технологического уровня всего российского ритейла до уровня его передовых компаний должно произойти за 5 лет. В условиях стремительных инновационных изменений в отрасли вряд ли можно рассчитывать на больший срок. В этом случае размер чистых инвестиций в отрасль ежегодно должен составлять около 400 млрд руб. В 2018 году крупные, средние и малые организации розничной торговли инвестировали в основной капитал 242,8 млрд руб.<sup>7</sup> Это валовые инвестиции в отрасль, часть из них идет на восстановление существующего капитала. По нашим с Г.И. Ханиным расчетам, размер годовой амортизации капитала розничной торговли составляет 4,1% (Ханин, Фомин, 2005). При стоимости капитала отрасли в размере 1674,5 млрд руб. годовой размер амортизации составляет 68,7 млрд руб. Размер чистых инвестиций розничной торговли, идущий на расширенное воспроизводство основного капитала, составляет 174,1 млрд руб. Таким образом, для модернизации отрасли требуется ежегодно дополнительных инвестиций в основной капитал в размере 226 млрд руб., а общий уровень чистых инвестиций должен вырасти в 2,3 раза. Помимо дополнительных инвестиций в основной капитал, требуются также инвестиции в оборотный капитал (примерно 12% от размера инвестиций в основной капитал), а также средства для обучения и переподготовки работников.

Конечно, инвестиции в размере 2 трлн руб. не слишком значительны для российской экономики, это всего лишь 11,4% их годового размера 2018 года<sup>8</sup>. Однако не стоит забывать вот о чем. Во-первых, речь идет только об одной отрасли российской экономики. И эта отрасль на протяжении последних двадцати лет имела высокую рентабельность, вследствие чего в нее были вложены значительные инвестиции. Во-вторых, розничная торговля не является фондоемкой отраслью, стоимость современного рабочего места в ней, как видно из расчетов, не превышает 1,5 млн руб.

Очевидно, что модернизация хронически недоинвестированной российской экономики на основе передовых научно-технических достижений требует значительного увеличения инвестиций. Опыт успешной компании из инновационного быстрорастущего сегмента российского рынка говорит именно об этом.

### *Жилье как объект цифровизации*

Идеолог четвертой промышленной революции К. Шваб в качестве ее движущих факторов выделяет три мегатренда – физический (связан с развитием беспилотных транспортных средств, 3D-печати, робототехники и индустрии новых материалов), цифровой (так называемый «интер-

<sup>6</sup> Гордон Ю. (2019). Окупаемость в пять курьеров. *Эксперт* 40: 23.

<sup>7</sup> Торговля в России – 2019. Статистический сборник. [https://gks.ru/bgd/regl/b19\\_58/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b19_58/Main.htm)

<sup>8</sup> В 2018 году, по официальной оценке, инвестиции в основной капитал российской экономики составили 17,6 трлн руб. (Российский статистический ежегодник – 2019. Статистический сборник. [https://gks.ru/bgd/regl/b19\\_13/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b19_13/Main.htm)).

нет вещей») и биологический (работы по редактированию генов и печать кожей, костной, сердечной, мышечной тканей, а также отдельных органов) (Шваб, 2020: 31–46).

Из этих факторов рассмотрим цифровые достижения, которые изменяют быт человека, а в самой ближайшей перспективе революционизируют среду его обитания. Речь пойдет об одной из составляющих интернета вещей, а именно – об автоматических устройствах, интегрированных в единую систему «умный дом». Эти достижения уже получили распространение и, что особенно важно для нашей темы, имеют стоимостную оценку.

По мнению специалистов, интеллектуальное управление жилыми объектами осуществляется в следующих направлениях (Водянова и др., 2018):

1. Управление качеством воздуха (поддержка температуры, влажности, давления, очистка воздуха).
2. Управление качеством воды (по таким параметрам как кислотно-щелочной баланс, количество кислорода, наличие ионов).
3. Контроль уровня шума (включая ультразвуки и вибрацию).
4. Обнаружение несанкционированного проникновения, протечек воды, открытых окон и дверей.
5. Управление электроэнергией.
6. Управление освещением внутри жилого помещения и на фасаде здания, регулировка уровня яркости.
7. Управление бытовыми приборами дома с помощью установленных на смартфон программ.
8. Обнаружение свободных мест на парковке (на территории многоквартирных жилых домов).
9. Видео- и аудионаблюдение на жилом объекте с записью информации на удаленном сервере.

Понятно, что все эти инновации улучшают жизнь, сохраняют здоровье, сокращают время на выполнение домашних дел. Однако стоит задаться вопросом о стоимости цифровых достижений и размере инвестиций, необходимых для модернизации жилищного фонда.

Стоимость технологий управления домом, вслед за авторами упомянутой статьи, проведем с использованием официальных прайс-листов самой крупной компании по автоматизации жилых помещений в Санкт-Петербурге «Умный дом»<sup>9</sup>. Компания предлагает множество пакетов оборудования и работ. Выберем самый дешевый – стандартный, предполагающий ограниченный набор функций (управление освещением, поддержание заданной температуры в помещении, контроль за протечкой воды, домофон и обнаружение свободных мест на парковке). Стоимость данного пакета обойдется владельцу квартиры площадью 120 м<sup>2</sup> в 1440 тыс. руб. То есть, минимальная стоимость автоматизации 1 м<sup>2</sup> жилой площади составляет на текущий момент 12 тыс. руб.

Обойдя пока стороной вопрос о технической допустимости и рациональности автоматизации жилищного сектора, рассмотрим вопрос о стоимости проекта для российской экономики. На конец 2018 года жилой фонд Российской Федерации составил 3780 млн м<sup>2</sup><sup>10</sup>. Следовательно, модернизация жилья на основе передовых научно-технических достижений обойдется минимум в 45,4 трлн руб. Эта величина в 2,6 раза превышает весь годовой инвестиционный бюджет российской экономики и в 20,6 раза – объем инвестиций в жилые здания<sup>11</sup>.

По расчетам, приобретение системы «умный дом» происходит в том случае, если ее стоимость составляет около 3% от стоимости жилья. В примере авторов стоимость квартиры составляет 182 млн руб., а стоимость системы ее автоматизации – 5,7 млн руб. (Водянова и др., 2018: 88). В целом по России проникновение системы «умный дом» крайне низко, количество домохозяйств, которые используют те или иные ее элементы, не превышает 0,1% (Водянова и др., 2018: 84). На сайте компании «Умный дом» сказано, что с 2002 года компания установила комплексную автоматизацию в 160 квартирах и загородных домах<sup>12</sup>. Не слишком выдающийся результат

<sup>9</sup> <http://pro-smarthome.ru/prices>

<sup>10</sup> Российский статистический ежегодник – 2019. Статистический сборник. [https://gks.ru/bgd/regl/b19\\_13/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b19_13/Main.htm)

<sup>11</sup> В 2018 году инвестиции в основной капитал российской экономики составили 17,6 трлн руб., а инвестиции в жилые здания и помещения – 2,2 трлн руб. (Российский статистический ежегодник – 2019. Статистический сборник. [https://gks.ru/bgd/regl/b19\\_13/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b19_13/Main.htm)).

<sup>12</sup> <http://pro-smarthome.ru/prices>

для крупнейшей компании из второго по значимости города России. Более чем очевидно, что технологии «умного дома» находятся за пределами материальных возможностей основной массы домохозяйств. В этом нет ничего удивительного. Подобно тому, как в экономике передовые научные достижения захватывают самые успешные компании, так и в обществе они достаются самым богатым людям.

### *Традиционное и инновационное производство*

Чтобы оценить существующие возможности модернизации российской экономики, нужно внимательно посмотреть на бизнес-модель инновационных компаний. Чтобы создать инновационный товар, нужны колоссальные финансовые, материальные и интеллектуальные ресурсы. При этом последующее производство товара, как правило, дешево. В цифровой экономике (например, при изготовлении копий, фильмов, книг, музыкальных треков) предельные издержки воспроизводства и вовсе нулевые. Эти особенности определяют маркетинговую стратегию инновационных компаний. Первоначально инновационный товар появляется на рынке по максимальной цене. Такая цена держится до тех пор, пока производители не компенсируют свои постоянные затраты на разработку товара и вывод его на рынок. После возмещения постоянных затрат цена на товар резко падает, так как предельные издержки воспроизводства каждой дополнительной единицы невелики. Именно на этом этапе дефляция товара создает иллюзию дешевизны достижений научно-технического прогресса. Однако на этом же этапе товар перестает быть инновационным, он не обладает новизной, а его использование уже не дает каких-либо экономических или статусных привилегий своему владельцу. На этот затухающий инновационный потенциал накатывается новая волна инноваций, которая либо трансформирует стремительно дешевеющие инновационные товары в традиционные, либо отменяет их вовсе. Если бы научно-технический прогресс вел к сокращению потребности в материальном капитале, то происходило бы непрерывное снижение его стоимости по отношению к объему производимого продукта, чего в действительности не происходит (Пикетти, 2015). Сказанное вполне можно проиллюстрировать на рассмотренных выше примерах электронной торговли и жилищных объектах.

В интернет-торговле основные усилия сейчас направлены на решение двух проблем. Первая проблема – это полная автоматизация сбора отправок и упаковки товаров в распределительных центрах. Решить эту проблему можно путем роботизации поисковых операций и индивидуальной маркировки (чипирования) товара. Вторая проблема – логистическая задача доставки товара со склада к заказчику без участия курьеров и транспортных компаний (проблема «последней мили»). Для решения этой проблемы ведутся разработки по использованию беспилотных автомобилей и дронов. Наиболее радикальный путь решения этой проблемы избрала компания «Amazon», которая еще в 2014 году получила патент на использование дирижабля в качестве склада готовых посылок и места базирования дронов<sup>13</sup>.

Очень значимые изменения ожидаются и в повседневной жизни человека. Технологии «умного дома», несмотря на свое крайне незначительное распространение, с концептуальной точки зрения уже являются ограниченными и устаревшими. В современном понимании цифровая повседневность рассматривается как пространство (а не только жилище), совмещающее в себе реальное и виртуальное, аналоговое и цифровое. Основой цифровизации являются вещи, оборудованные миниатюрными датчиками, и всеохватывающий беспроводной интернет. Такие вещи и датчики будут вмонтированы в самого человека (информационные чипы, стимуляторы, импланты), носимы человеком («умный текстиль», браслеты и часы, экзоскелеты) и окружать человека (бытовая техника, автомобили, регулирующие устройства, присоединенные к единой инфраструктуре связи). Предполагается, например, что между 2020 и 2025 годами число датчиков вырастет в 20 раз. К 2025 году в мире будет насчитываться 1 трлн датчиков, ими будут оборудованы вся выпускаемая бытовая техника, а количество датчиков в сложных технических устройствах (например, в автомобилях) будет измеряться десятками (Шваб, 2020: 216–223).

<sup>13</sup> Airborne fulfillment center utilizing unmanned aerial vehicles for item delivery. Patent US9305280B1. <https://patents.google.com/patent/US9305280B1/en>



Какими бы значительными и разорительными ни казались сегодня вложения в передовые технологии, технологии следующего уровня будут еще более дорогими. Погоня за научно-техническими достижениями – это изматывающий инвестиционный марафон, в котором, говоря словами Льюиса Кэрролла, нужно бежать со всех ног, чтобы только оставаться на том же месте.

Есть еще один инвестиционный аспект, проводящий грань между традиционным и инновационным производством. Традиционному производству требуются инвестиции только для замены изношенных фондов и для расширения производства. Инновационное производство нуждается в новой материальной базе, при этом накопленный ранее капитал становится не востребуемым. Инновации разрушают существующий капитал, делают традиционное производство устаревшим и неэффективным. По этой причине инновационное производство всегда нуждается в больших инвестициях, чем традиционное. Научно-технический прогресс ведет не к накоплению капитала, а к перманентному разрушению старого капитала. И потому инновации рождают острую потребность в инвестициях для создания новых производств.

Разрушительное воздействие инновационного производства по отношению к традиционной экономике отчетливо проявилось в годы Второй мировой войны, когда стремительный научно-технический прогресс стал одним из основных факторов военного превосходства. Не случайно, что именно в 1943 году Йозеф Шумпетер, основываясь на эмпирических наблюдениях развития американской военной промышленности, создал теорию созидательного разрушения. В рамках этой теории впервые был описан инновационный процесс, который «...непрерывно революционизирует экономическую структуру изнутри, разрушая старую структуру и создавая новую. Этот процесс созидательного разрушения является самой сущностью капитализма, в его рамках приходится существовать каждому капиталистическому концерну» (Шумпетер, 1995: 125). Огромные инвестиционные ресурсы являются необходимым условием построения инновационной экономики и основным фактором спроса на наукоемкие средства производства.

### *Тупики российской модернизации*

Существуют, как минимум, четыре причины, по которым модернизация существующей российской экономики на основе новейших разработок невозможна (и нецелесообразна) в принципе.

Первая причина связана с дороговизной научно-технических продуктов и технологий. В качестве примера можно привести электронную промышленность. Весной 2020 года тайваньская компания TSMC объявила о решении строительства завода по производству полупроводниковых пластин в Аризоне. Запуск завода намечен на 2024 год, его мощность составит 240 тыс. пластин в год, в строительство будет вложено 12 млрд долл., на заводе будет занято 1600 работников<sup>14</sup>. Если принять во внимание, что стоимость инвестиционного доллара по отношению к рублю близка к официальному обменному курсу, получаем, что стоимость такого завода равна 880 млрд руб., а стоимость одного рабочего места на заводе составляет более полумиллиарда рублей. В 2020 году объем инвестиций в основной капитал экономики РФ составил 20,1 трлн руб.<sup>15</sup> Довольно очевидно, что всего инвестиционного бюджета страны примерно хватит на строительство 23 подобных заводов и на создание 40 тыс. высокотехнологичных рабочих мест.

Однако инвестиционные реалии сегодняшней России таковы, что возможность строительства даже одного такого завода ставится под сомнение. В конце сентября корпорация «Ростех» представила Правительству «дорожную карту» развития новых поколений микроэлектроники и электронной компонентной базы. Данный документ рассчитан на срок до 2024 года и предполагает финансирование на весь период в размере 798 млрд руб.<sup>16</sup> Конечно, современные заводы можно и нужно создавать в России, но понятно, что их количество не может быть велико. А потому российская экономика нуждается в менее капиталоемких производствах.

Вторая причина заключается в том, что экономика любой страны не может состоять исключительно из высокотехнологического сегмента. И дело не только в его дороговизне, а в том, что

<sup>14</sup> США: локализация полупроводников (2020). *Эксперт* 21: 5.

<sup>15</sup> Инвестиции в основной капитал в Российской Федерации в 2020 году. [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SRseY8Jp/inv\\_osn2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SRseY8Jp/inv_osn2020.pdf)

<sup>16</sup> Механик А. (2020). Догоняя уходящий поезд. *Эксперт* 39: 13–16.

инновационные технологии и товары в своем подавляющем большинстве не отменяют традиционное производство, но дополняют его. Современная экономика по-прежнему нуждается в электроэнергии, чугуне, стали, цветных металлах, минеральных удобрениях, бензине, цементе, самолетах, автомобилях, тракторах, одежде и обуви.

Очевидно, что инвестиции в технологии третьего, четвертого и пятого укладов сделают возможным производство нужных экономике и обществу товаров, создадут множество рабочих мест, обеспечат налоговые отчисления в бюджет. Важным является также то, что стоимость таких технологий с точки зрения фондоемкости продукции и фондовооруженности занятых не является чрезмерной, а возможности наращивания производства определяются импортозамещением. Вновь приведу пример из журнала «Эксперт». Компания «Фабрикс» построила в Тульской области фабрику полного цикла по производству синтетического трикотажа. Объем инвестиций составил 700 млн руб., на фабрике занято 127 чел. При этом емкость российского рынка синтетических тканей составляет 1145 млн м<sup>2</sup> ткани, из них производится в стране 275 млн м<sup>2</sup> ткани, а импортируется – 870<sup>17</sup>. Как видно, стоимость рабочего места в легкой промышленности равняется 5,5 млн руб., а объем производства может быть увеличен более чем в четыре раза за счет вытеснения импорта.

Третья причина проистекает из характера воспроизводства основного капитала. Если существует рентабельное экономически оправданное производство, то оно должно воспроизводить свои активы. В технологической структуре инвестиций принято выделять три элемента. Часть инвестиций уходит на замену выбывающих фондов. Другая часть инвестиций тратится на капитальный ремонт и модернизацию существующих фондов. Наконец, третья часть инвестиций идет на создание новых производств. К сожалению, Росстат крайне небрежно выполняет работы, связанные с оценкой технологической структуры инвестиций. Но что-то из официальных статистических данных понять все-таки можно.

В целом по российской экономике в 2018 году основная часть инвестиций в размере 55,1% была потрачена на строительство; 15,5% ушло на реконструкцию и модернизацию; 29,4% было потрачено на приобретение новых основных средств<sup>18</sup>. Отдельно стоит обратить внимание на промышленность, которая является главным потребителем и производителем инновационных технологий и товаров. Исходя из данных выборочного обследования, в 2018 году 66% организаций промышленности указали в качестве цели инвестирования в основной капитал замену изношенной техники и оборудования, а 34% – внедрение новых производственных технологий. Удельный вес организаций, которые проводили увеличение производственных мощностей с неизменной номенклатурой продукции, составил 32%, а с расширением номенклатуры – 28. Только 22% обследованных организаций смогли указать создание новых рабочих мест в качестве цели инвестиций<sup>19</sup>. Понятно, что российская экономика, располагая крайне ограниченными инвестиционными ресурсами, тратит их главным образом не на создание новых перспективных производств и рабочих мест, а на поддержку существующих материальных активов.

Но даже такая крайне консервативная инвестиционная политика не в состоянии воспроизводить имеющиеся в российской экономике основные фонды. А их воспроизводство, помимо прочего, необходимо по причине того, что они являются материальным базисом новой цифровой экономики. Продолжу пример из жилищного хозяйства. По моим расчетам, сделанным в 2015 году, ежегодный объем инвестиций в капитальный ремонт жилых зданий был ниже нормативного уровня в 15,6 раза, а в коммунальную инфраструктуру – в 4,9 раза. Общая потребность в инвестициях, необходимых для восстановления жилищно-коммунального хозяйства, была оценена мною в размере 1,2 годового размера ВВП. Кроме того, по этим же расчетам площадь ветхого и аварийного жилья в России достигла 19,7% жилого фонда (Фомин, 2015). С тех пор ситуация в жилищно-коммунальном хозяйстве только ухудшилась. В условиях непрерывной деградации материальной базы не может быть никакой речи о достижениях научно-технического прогресса и создании современного инновационного производства<sup>20</sup>. Современный объем инвестиций в

<sup>17</sup> Безуглова В. (2020). Синтетика полного цикла. *Эксперт* 28: 24.

<sup>18</sup> Инвестиции в России-2019. Статистический сборник. [https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b19\\_56/Main.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b19_56/Main.htm)

<sup>19</sup> Российский статистический ежегодник – 2019. Статистический сборник. [https://gks.ru/bgd/regl/b19\\_13/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b19_13/Main.htm)

<sup>20</sup> В одной из статей, посвященных блэкауту в Калифорнии в августе 2020 года, неизвестный автор оставил комментарий: «Ржавые электростанции и аварийные сети передают пламенный привет киберпанку и шестому технологическому укладу».

российскую экономику не обеспечивает даже простого воспроизводства фондов (Ханин, Фомин, 2017; Фомин, Ханин, 2017).

Если три указанных причины характерны в основном для современной России, то следующая, четвертая причина, носит всеобщий универсальный характер. Эта причина указывает на возможность применения новых технологических решений в условиях того или иного рынка рабочей силы. В России если и говорят о связи передовых технологий с состоянием рынка труда, то исключительно с позиций сокращения занятости (Ляшок и др., 2020). Однако на этот фактор – фактор состояния рынка труда – следует обратить самое серьезное внимание по другим соображениям.

Известный специалист в области экономической истории Роберт Аллен определил причину промышленной революции в Англии следующим образом. В середине XVIII века труд английского рабочего подорожал по сравнению с континентальной Европой на 60% относительно капитала. В результате «...выгодно было использовать берегающие относительно дорогой труд технологии, увеличивая потребление дешевой энергии и капитала. Имея в своем распоряжении больше капитала и энергии, английские рабочие стали более производительными. В этом заключается секрет экономического роста» (Аллен, 2017: 47–48). Почему сегодня бедные страны не заимствуют передовые технологии стран Запада? Роберт Аллен на этот вопрос дает такой ответ: «Западные технологии XXI века предполагают использование громадного капитала в расчете на одного рабочего. Эти вложения могут окупиться только в том случае, если инвестиции в машины и оборудование позволяют заместить больший по объему капитал, используемый для оплаты труда, то есть тогда, когда заработная плата по сравнению с затратами на приобретение основных средств является более высокой» (Аллен, 2017: 76).

Обратимся к нашему примеру – примеру из области складской логистики. Крупнейшая в мире интернет-компания Amazon в 2012 году автоматизировала свои склады с помощью системы роботов Kiva. Роботы перемещаются на высоте человеческого колена, они поднимают и перевозят стеллажи для того, чтобы люди взяли с их полок нужные для формирования отправок товары. Автоматическая система отслеживает местоположение продуктов и стеллажей, а также синхронизирует работу людей и роботов. По расчетам, уровень автоматизации складов компании Amazon составляет 30% (Бриньолфсон, Макафи, 2017: 22). Передовая российская компания OZON по уровню автоматизации отстает от мирового лидера в 3 раза. Причина очевидна: дешевая рабочая сила относительно стоимости заменяющего ее капитала. Если в стране стоимость рабочей силы низка, то новые технологии будут неэффективны с точки зрения затрат.

Обратимся к другому нашему примеру – примеру имущества домашних хозяйств. Еще в 1925 году С.Г. Струмилин писал следующее: «Дело инженеров подсчитать, сколько именно человеческого труда освобождает каждая пущенная в дело газовая плита, каждый примус, элементарнейшая мясорубка, не говоря уж о таких сложных бытовых приборах как стиральные машины, пылесосы, электрические утюги, доильные машины, маслобойки и тому подобные достижения современной техники. Но и без специальных подсчетов можно сказать, что технические возможности механизации труда в домоводстве весьма значительны. И осуществляются у нас эти возможности пока крайне туго лишь потому, что домашний труд в России доньше на практике ни во что не ценится, а машины, даже самые несложные, расцениваются все же довольно высоко» (Струмилин, 1964: 195). Как видно, давно и хорошо известно о невозможности использования достижений прогресса в условиях дешевизны рабочей силы.

Современная российская экономика, основанная на непрерывно падающих начиная с 2014 года зарплатах и на труде миллионов низкооплачиваемых мигрантов, вне всякого сомнения, не имеет никаких стимулов к развитию современных высокотехнологичных производств.

## Заключение

Непрекращающиеся с середины прошлого десятилетия разговоры о необходимости и возможностях инновационного развития российской экономики не вышли и не могли выйти в плоскость своей практической реализации. Переход к инновационному производству предполагает наличие крупных инвестиционных ресурсов, а также ускоренное развитие инвестиционного сектора

(подготовка и обучение кадров, создание прикладных научно-исследовательских и проектных институтов, опытно-конструкторских бюро и т.д.). Однако инвестиционных предпосылок для современного инновационного наукоемкого производства в стране не было создано.

Современная ситуация по своим содержательным характеристикам очень близка к ситуации конца 20-х годов прошлого века. Сейчас, как и раньше, в стране практически исчерпаны запасы капитала, сформированные в прошлом докризисном периоде, а существующего объема капитальных вложений даже не хватает на поддержание все более и более изношенного производственного аппарата. Единственно возможным выходом из такой ситуации является переход на мобилизационный сценарий экономического развития, предполагающий резкое (более чем в 2–2,5 раза) увеличение капитальных вложений, развитие механизмов государственного дирижизма и широкое заимствование передовых достижений из лучшей мировой практики.

## Литература / References

- Аллен Р. (2017). *Глобальная экономическая история: краткое введение*. М.: Изд-во Института Гайдара, 224 с. [Allen R. (2017). *Global Economic History: A Short Introduction*. Moscow: Publishing House of the Gaidar Institute, 224 p. (in Russian).]
- Бриньолфсон Э., Макафи Э. (2017). *Вторая эра машин*. М.: АСТ, 384 с. [Brynjolfsson E., McAfee A. (2017). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Moscow: AST Publ. (in Russian).]
- Водянова С.А., Пупенцова С.В., Пупенцова В.В. (2018). Механизмы развития и внедрения технологии «умный дом». *Инновации* (7): 83–90. [Vodyanova S., Pupentsova S., Pupentsova V. (2018). Mechanisms for the development and implementation of the smart home technology. *Innovations* (7): 83–90 (in Russian).]
- Львов Д.С., Глазьев С.Ю. (1987). Теоретические и прикладные аспекты управления научно-техническим прогрессом. *Экономико-математические методы* XXIII(5): 793–804. [Lvov D., Glazyev S. (1987). Theoretical and applied aspects of scientific and technical progress management. *Economic and Mathematical Methods* XXIII(5): 793–804 (in Russian).]
- Ляшок В., Малева Т., Лопатина М. (2020). Влияние новых технологий на рынок труда: прошлые уроки и новые вызовы. *Экономическая политика* 15(4): 62–87. [Lyashok V., Maleva T., Lopatina M. (2020). Impact of new technologies on the labor market: Past lessons and new challenges. *Ekonomicheskaya Politika* 15(4): 62–87 (in Russian).]
- Пикетти Т. (2015). *Капитал в XXI веке*. М.: Ад Маргинем Пресс, 592 с. [Piketty T. (2015). *Capital in the Twenty-First Century*. Moscow: Ad Marginem Press, 592 p. (in Russian).]
- Струмилин С.Г. (1964). К изучению быта трудящихся в СССР. В кн.: *Избранные произведения в пяти томах*, т. 3. *Экономика труда*. М.: Наука, 528 с. [Strumilin S. (1964). To the Study of the Life of Workers in the USSR. In: *Selected Works*, vol. 3. *Labor Economics*. Moscow: Nauka Publ., 528 p. (in Russian).]
- Фомин Д.А. (2015). Финансовые аспекты жилищно-коммунального воспроизводства в РФ. *Проблемы прогнозирования* (2): 43–55. [Fomin D. (2015). Financial aspects of reproducing housing and communal services in the Russian Federation. *Studies on Russian Economic Development* 26(2): 132–141.] DOI: 10.1134/S1075700715020045
- Фомин Д.А., Ханин Г.И. (2017). Динамика основного капитала экономики РФ в постсоветский период (1992–2015 гг.). *Проблемы прогнозирования* (4): 21–33. [Fomin D., Khanin G. (2017). The dynamics of capital assets in the economy of the Russian Federation over the Post-Soviet period (1992–2015). *Studies on Russian Economic Development* 28(4): 373–383.] DOI: 10.1134/S1075700717040062
- Ханин Г.И. Фомин Д.А. (2005). Альтернативная оценка финансово-экономических показателей розничной торговли. *Вопросы статистики* (2): 23–32. [Khanin G., Fomin D. (2005). Alternative assessment of financial and economic indicators of retail. *Statistics Issues* (2): 23–32 (in Russian).]

- Ханин Г.И., Фомин Д.А. (2017). Постсоветское общество и российская макроэкономическая статистика. *Мир России* (2): 62–80. [Khanin G., Fomin D. (2017). Post-Soviet society and Russian macroeconomic statistics. *Universe of Russia* (2): 62–80 (in Russian).]
- Шваб К. (2020). *Четвертая промышленная революция*. М.: ЭКСМО, 288 с. [Schwab K. (2020). *The Fourth Industrial Revolution Crown Business*. New York, 288 p. (in Russian).]
- Gang-Gao Hu (2021). Is knowledge spillover from human capital investment a catalyst for technological innovation? The curious case of fourth industrial revolution in BRICS economies. *Technological Forecasting and Social Change* **162**. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120327
- Palkina E. (2020). Impact of Industry 4.0 on economic development and conditions for its successful implementation. *DTMIS '20: International Scientific Conference – Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service*. November. DOI: 10.1145/3446434.3446518
- Razmanova S., Andrukhova O. (2020). Oilfield service companies as part of economy digitalization: Assessment of the prospects for innovative development. *Journal of Mining Institute* **244**: 482–492. DOI: 10.31897/PMI.2020.4.11
- Simachev Y., Fedyunina A., Yurevich M., Kuzyk M., Gorodny N. (2021). New strategic approaches to gaining from emerging advanced manufacturing markets. *Foresight and STI Governance* **15**(3): 6–21. DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.6.21
- Yankovskaya V., Osipov V., Zeldner A., Panova T., Mishchenko V. (2020). Institutional matrix of social management in region's economy: Stability and sustainability vs. Innovations and digitization. *International Journal of Sociology and Social Policy* **40**(5/6): 105–126.