

Компьютерный парадокс Солоу и производительность в контексте вектора развития ИТ-отрасли на внутренний рынок

УДК 338 + 33:004



Виталий ДЕМИРОВ,
кандидат
философских наук

Виталий ДЕМИРОВ. Компьютерный парадокс Солоу и производительность в контексте вектора развития ИТ-отрасли на внутренний рынок. В статье рассмотрена важная проблема производительности информационных технологий. Интерес к исследованию темы вызвал парадокс, сформулированный нобелевским лауреатом Р. Солоу в форме высказывания: «Вы можете увидеть эру компьютеров повсюду вокруг себя, но не в цифрах роста производительности». К новым результатам, полученным в исследовании, относится предложение первичного технико-экономического обоснования базового проекта, изменяющего вектор развития ИТ-отрасли на внутренний рынок с учетом анализа компьютерного парадокса Солоу, механизмов влияния ИТ на производительность и релевантного для белорусской экономики опыта.

Ключевые слова: цифровизация Беларуси, производительность информационных технологий, компьютерный парадокс Солоу, производственная функция, единая цифровая промышленная среда, органическая модель роста.

Vitaliy DEMIROV. Solow Paradox and productivity amidst IT industry's refocusing on domestic market. The article discusses an extremely important problem of information technology (IT) productivity. The interest in exploring this problem was kindled by the paradox described by Nobel Laureate Robert Solow who famously said that the computer age was everywhere except for the productivity statistics. One of the outcomes of the study is a proposal to conduct a primary feasibility study of a basic project in order to change the development vector of the IT industry towards the domestic market taking into account the Solow Paradox, the impact of IT on productivity and experience relevant for Belarus' economy.

Keywords: digitalization of Belarus, information technology productivity, Solow Paradox, production function, uniform digital industrial environment, organic growth model.

Развитие внутреннего рынка ИТ-услуг и цифровых компаний продуктовой модели – одна из актуальных тем и насущных задач. В Беларуси осуществляется планомерная работа по их реализации. Актуальность данной статьи в том, что сегодня развитие внутреннего рынка ИТ-услуг и цифровых компаний продуктовой модели нужно рассматривать в контексте сокращения рисков, связанных со сворачиванием активности транснационального капитала в нашей экономике, и необходимости повышения общей эффективности экономической системы Беларуси.

ОБ АВТОРЕ

ДЕМИРОВ Виталий Викторович.

Родился в 1983 году в г. Одессе (Украина). Окончил Белорусский государственный университет (2006), Институт подготовки научных кадров НАН Беларуси (2011), Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (2016). Докторант Института экономики НАН Беларуси.

Трудовую деятельность начал в 2006 году в должности младшего научного сотрудника Института философии НАН Беларуси. В 2012–2019 годах работал в Центре управления знаниями и компетенциями Института философии НАН Беларуси: научным сотрудником, старшим научным сотрудником. С апреля

2019 года – советник-консультант Белорусского института стратегических исследований.

Кандидат философских наук (2014), магистр технических наук (2016).

Автор более 40 научных статей, а также монографии, соавтор коллективной монографии.

Сфера научных интересов: цифровая экономика, финансовые технологии и блокчейн-системы, бизнес-анализ, проектирование инновационной инфраструктуры и проблема оптимального взаимодействия бизнеса, науки и образования; технологии информационной безопасности, искусственный интеллект и семантические технологии в информатике.

В целом в рамках реализации внутренних точек роста масштабирования белорусской ИТ-отрасли целесообразно сделать ставку на эффективное использование внутреннего рынка, интегрированного посредством общегосударственной цифровой платформы с финансовой системой. Учитывая небольшую емкость внутреннего рынка, следует иметь в виду, что новейшие решения в сфере промышленного оборудования – системы числового программного управления, аддитивные технологии, методы быстрой разработки – способны сделать мелкосерийное производство конкурентоспособным.

В этой связи крайне важной оказывается проблема производительности информационных технологий (ИТ), толчком к исследованию которой выступил парадокс, сформулированный нобелевским лауреатом Р. Солоу в форме высказывания: «Вы можете увидеть эру компьютеров повсюду вокруг себя, но не в цифрах роста производительности». После формулировки парадокса представители бурно развивающейся ИТ-отрасли оказались во многом в роли оправдывающихся: под сомнение была поставлена едва ли не экономическая целесообразность набравшего обороты цифрового бизнеса и результатов внедрения. В итоге необходимо отметить, что Р. Солоу создал для коллег-экономистов целое направление для исследований, результаты которых окажутся востребованными в течение ближайших 5–10 лет.

ИТ и производительность труда

Влияние новых технологий, в том числе и информационных, на производительность исследовалось и ранее, до компьютерного парадокса Солоу. Более того, для специалистов сформулированный парадокс не представлял ничего удивительного, поскольку адекватной методологии учета влияния на производительность научно-технических инноваций не было, а в фундаментальной работе самого Р. Солоу, основанной на статистических данных первой половины XX века, за 38 лет почти в трети случаев научно-технический прогресс оказывался и вовсе отрицательным [1].

Парадоксальность результата обращала на себя внимание: в этот период времени (1909–1947) научно-технический прогресс был особенно очевиден. В дальнейшем, несмотря на развитие данной методологии в качестве парадигмы оценки эффектов новых технологий, ее нельзя было принимать как бесспорную. При этом именно «интеллектуальная провокация» Р. Солоу повлекла за собой многочисленные исследования, в результате которых влияние ИТ на производительность было научно доказано [2].

К наиболее важным результатам подобных исследований надо отнести существенное развитие их методологии и ряд принципиально новых выводов о характере и механизмах влияния ИТ на производительность, в первую очередь открытие временного лага (латентного, или скрытого, периода, когда в течение определенного количества лет инвестиции в инновации ИТ не приносят экономического эффекта), а также особой роли смежных нематериальных активов, без которых положительный эффект инвестиций в ИТ не возникает [2].

Несмотря на то что исследования ученых о влиянии ИТ на производительность продолжаются, можно подвести определенные итоги и определить наиболее перспективные области для дальнейшей работы.

Первую группу по методологии представляют собой проекты, использующие несложные статистические методы (методы корреляционного анализа), позволяющие установить связь между двумя явлениями (например, инвестициями в ИТ и достигнутой производительностью экономики) и оценить, насколько крепка данная связь.

В этом направлении необходимо отметить исследование К. Крамера и Дж. Дедрика, которые рассматривали корреляцию между инвестициями в ИТ, производительностью и ростом ВВП применительно к Азиатско-Тихоокеанскому региону [3]. В 2005 году их методический подход обобщила организация ComPTIA применительно к экономической эффективности программного обеспечения (ПО) на примере стран Южной Америки [4]. Исследователи установили значительную позитивную корреляцию между инвестициями в ИТ, ростом ВВП и производительностью за восьмилетний период. Были выделены следующие ключевые факторы, влияющие на эффективность: объем национального богатства; коэффициент цена/качество ПО; инфраструктура ИТ, уровень заработной платы. ComPTIA предоставлены сходные результаты: ИТ повышает производительность во всех странах, 1 % – ВВП на 10 % прироста ИТ. Исследования показали, что страны с более высоким уровнем развития получают больший эффект от ПО [4].

Необходимо подчеркнуть, что при корреляционном анализе не видно, какое из наблюдаемых событий является причиной, а какое – следствием. Связь может проявляться потому, что богатые страны позволяют себе тратить

много на ИТ, а производства, которые требуют большого объема материальных активов, у них вынесены в страны третьего мира.

Несмотря на то что преимуществом приведенного подхода является его простота и наглядность, результаты более строгих исследований требуют дополнительной обработки для их эффективной презентации и порой уступают в этом аспекте работам рассматриваемой группы. Кроме того, методы корреляционного анализа могут показывать ложную корреляцию применительно к нестационарным рядам данных.

Другим достаточно популярным методом исследования влияния информационно-коммуникативных технологий является метод на основе производственной функции Кобба-Дугласа:

$$Y(t) = A(t) \times K(t)^\alpha \times L(t)^{1-\alpha},$$

где Y – объем производства; K – затраты капитала; L – затраты труда; A – технологический фактор, относимый на рост производительности труда, α – константа.

Переменная A называется также «остаток Солоу» и часто используется для обозначения термина «общая производительность факторов производства» (аббревиатура на английском – TFP) или «мультипроизводительность факторов производства» (MFP). Примечательно то, что TFP относится к изменениям в выпуске, прямо не связанным с затратами факторов производства K и L . Считается, что наиболее важной составляющей TFP является влияние научно-технического прогресса. Однако существуют и другие составляющие TFP, например изменение макроэкономических или других условий. В этом смысле TFP можно также рассматривать как «сырую» составляющую производственной функции, в которой общая производительность еще не разложена по другим факторам. Например, если производственная функция усложняется для учета человеческого капитала, влияющего на производительность труда, вес TFP уменьшается. В таком случае его часть объяснена затратами человеческого капитала.

В рассматриваемой нами теме важно отметить: иногда при исследовании производительности ИТ все изменения в A относят на затраты труда, считая, что в конечном счете прогресс в K (затраты капитала, включая использование ИТ) воплощается в росте производительности труда. При данном подходе увеличение технического уровня капитала за счет роста доли «железа» и ПО приводит к росту технологического фактора A , относимого на рост производительности труда [5].

В более совершенных эконометрических исследованиях М. О'Махони с применением методов анализа панельных данных результаты оказались прямо противоположными. Прежде всего при анализе влияния ИТ на производительность новая методология учитывала нестационарность временных рядов, характерную для инновационных процессов. В этом смысле традиционные статистические методы по отношению к нестационарным рядам дают ошибочные результаты (ложную корреляцию, или наоборот) [2].

При анализе экономической эффективности наряду со сложным экономическим моделированием применяются также более простые методы: бизнес-обзоры, исследования рынка, сравнительное исследование конкретных случаев. Принципы рассмотрения экономической эффективности взяты из анализа производительности, центральной процедуры исследования крупных инфраструктурных проектов, например в соотношении «затраты – эффект».

Несмотря на то что методологически бизнес-обзор не претендует на строгость и научную доказательность, с его помощью можно добиться детального описания и понимания конкретных движущих сил, ограничений и механизмов влияния ИТ на производительность труда и другие аспекты эффективности экономической деятельности.

С учетом комплекса подходов выделяют три основных вида транзакционных издержек, которые минимизирует цифровизация, приводя к положительному совокупному вкладу в ряд макроэкономических показателей:

- 1) поиск информации;
- 2) осуществление сделок, в том числе ведение переговоров;
- 3) контроль за выполнением обязательств.

ИТ сокращают затраты труда на поиск информации за счет формирования доступной базы данных и упрощения коммуникаций между сотрудниками и контрагентами фирмы. Кроме того, ИТ-инструменты позволяют ускорить процесс согласований и повысить релевантность информации. Отдельный аспект – сокращение издержек, связанных с обеспечением прав собственности и охраны коммерческой тайны. Несмотря на значительный потенциал ИТ по снижению транзакционных издержек, негативные моменты могут возникать вследствие производства избыточной информации,

возникающей при автоматизации неоптимизированных процессов и увеличении количества локальных неинтегрированных систем, управляющих процессами одного и того же типа.

Часто причиной названных процессов выступают недостаточные компетенции регулирующих органов, а также доминирование модели ИТ-аутсорсинга, нацеленной на масштабирование заказов по разработке сервисов и приложений.

Южнокорейский опыт промышленной и инновационной политики

Если говорить о возможных пределах роста аутсорс-модели белорусской ИТ-отрасли, на наш взгляд, необходимо за ориентир брать опыт Южной Кореи. Эта небольшая и небогатая в ресурсном плане страна к началу XXI века вышла в технологические лидеры благодаря крупным резидентам национальной экономики, работающим по продуктовой модели (Samsung, LG, Hyundai и т. д.). Однако в стране не так много известных стартапов, а Сеул уступает роль регионального ИТ-хаба Гонконгу и Сингапуру. Несмотря на это, начиная с 2014 года, аффилированные с государством инвестиционные компании начинают активно инвестировать и в южнокорейские стартапы, понимая необходимость разделения рисков, связанных с изменением конъюнктуры рынка.

Основой экономической политики послевоенного руководства Южной Кореи была экономическая модернизация на основе модели «управляемого капитализма». Правительство давало возможность компаниям, прошедшим специальный отбор, участвовать в значительных проектах (например, в строительстве, создании государственной инфраструктуры и развитии машиностроения). На реализацию проектов компании получали кредиты, гарантом которых выступало государство.

Согласно данным Комиссии по справедливой торговле Республики Корея, в экономике государства представлено 45 чеболей, крупнейшие из которых – LG, Hyundai, SK и Samsung. Десяти самым большим из этих конгломератов принадлежит 27 % бизнес-активов страны, а пять из них составляют половину фондового рынка Южной Кореи [6].

Бизнес в стране поделен между крупными корпорациями, которым в свое время была оказана государственная поддержка. Это сделало местный рынок менее привлекательным для основателей стартапов, поскольку им сложно конкурировать с чеболями на раннем этапе развития. При этом можно сделать вывод, что толчком к развитию национальных компаний продуктовой модели стала роль государства как кредитора и покупателя и в дальнейшем локомотива продвижения компаний на внешние рынки. Такое участие государства наряду со специфическим механизмом согласования инвестиций (в основном американских и японских) с Советом экономического планирования на основании пятилетних планов развития страны позволило добиться значительных успехов.



Южная Корея к началу XXI века вышла в технологические лидеры благодаря крупным резидентам национальной экономики. Сеул, 2018 год

Фото РИА Новости / Мария Плотникова

Кроме того, особое влияние оказала специфика научной и технологической политики Южной Кореи, которую контролируют независимые друг от друга министерства и агентства. Между ними существует своего рода конкуренция, а неэффективность работы, вызванная дублированием и противоречиями между проводимыми курсами, минимизируется координационной деятельностью, за которую отвечает Министерство науки и технологий – центральный орган по научно-технологической политике. В его функции также входит осуществление стратегического прогнозирования, которое проводят один раз в пять лет по методу «Дельфи» и по результатам которого корректируют приоритетные направления научно-технологической политики. Тем не менее эффект от управленческой деятельности этого ведомства не столь значителен из-за отсутствия реальных властных полномочий и носит скорее оценочный и координационный характер. На деле министерство функционирует скорее как секретариат при Национальном совете по науке и технологиям, который возглавляет президент Республики Корея. Совет определяет направления политики, приоритеты бюджетного финансирования научной деятельности, проводит оценку эффективности национальных исследовательских программ. Министерство экономики и финансов осуществляет координацию госфинансирования, включая подготовку годовых бюджетных планов. Если ранее этот орган фактически играл центральную роль в научно-технологической политике Кореи, то сегодня его функции постепенно переходят к Национальному совету по науке и технологиям.

Что касается исследований и разработок, в последние два десятилетия кардинально изменилась роль основных субъектов научно-технической деятельности. В 1980 году на государственные НИИ приходилось до 62 % общих затрат на исследования и разработки, а на частные компании – 28,8 %, однако уже в начале 1990-х годов доля последних выросла до 74 %, а госсектора – снизилась до 18,5 % (на 43,5 %). Доля университетов немного сократилась (с 9,2 до 7,5 %). К 2005 году ситуация изменилась: удельный вес госсектора во внутренних затратах на исследования и разработки составил 11,9 %, компаний – 76,9 %, университетов – 9,9 % [6].

Базовый проект и начальные условия изменения вектора развития ИТ-отрасли на внутренний рынок

Опираясь на приведенные цифры и релевантный для нашей экономики опыт, можно предложить первичное технико-экономическое обоснование базового проекта, изменяющего вектор развития ИТ-отрасли на внутренний.

На первом шаге необходимо определить методологию организации отечественного оператора ИТ-услуг на базе кадров, высвобождаемых в связи со сворачиванием активности транснационального капитала.

При формировании вектора развития ИТ-отрасли на внутренний рынок и параллельного введения нового оборудования, как правило, достаточно сложно спрогнозировать, во сколько обойдется плата за обслуживание большого количества новых единиц техники. Если принимать во внимание компьютерный парадокс Солоу и объем дополнительно сэкономленных средств в США, следует отметить, что они составляли примерно половину той суммы, которую предприятия должны были потратить на обслуживание компьютерного оборудования и лицензии программного обеспечения.

В целях минимизации подобных негативных эффектов и достижения совокупного макроэкономического эффекта от цифровизации и преодоления негативных эффектов компьютерного парадокса Солоу, считаем целесообразным двигаться к созданию отечественного аналога платформы «ГитХаб» (GitHub) – своего рода общего государственного хранилища для ИТ-проектов с открытым кодом (кроме обеспечивающих криптографическую защиту), на которые будет действовать открытая лицензия и которые можно будет бесплатно использовать, в том числе в других продуктах. В отличие от разрозненных решений, лишь дополняющих картинку цифропопулизма, мы сможем создать мощную точку опоры для коллективных и относительно согласованных усилий эффективной цифровизации, при которой большинство продуктов не будут предполагать плату за лицензию, а обслуживание программного обеспечения будет исключать монопольное ценообразование.

Помимо указанных мер, необходимо сформировать как бы общий совместный большой ИТ-отдел для всех заводов. В конкретной реализации предлагается создать научно-производственный центр по разработке программного обеспечения и программно-аппаратных комплексов для отечественной промышленности, способный функционировать в условиях самокоупаемости.

Базовые принципы проекта:

- органическая экономическая модель (в основе – доходы от оказания услуг, а не инвестиции);
- органический рост структуры организации.

В мае в Минске проходил II Международный цифровой форум #GBC (Государство. Бизнес. Граждане). В нем участвовали руководители государственных органов и организаций, представители IT-компаний, банков, бизнеса, социальной сферы



Организационная модель:

- НИИ в форме АО и 100 % в собственности государства (такой опыт используется в Российской Федерации);
- учредители – промышленные флагманы (БЕЛАЗ, МТЗ, Белкалий и пр.);
- инвестиционные ресурсы предоставляются лишь на стартовый период (3–5 месяцев) для функционирования малочисленной группы (5–7 человек), формирующей организационное ядро, – по сути, можно говорить о том, что одна штатная единица приходится на одно предприятие-учредителя.

Данное количество людей на стартовом этапе обусловлено тем, что ввиду специфической сложности здесь речь идет о наукоемкости, а не трудоемкости. Трудоемко внедрение, а по мере подписки клиентов на продукт идет органический рост.

Развитие организации осуществляется путем предоставления отечественным организациям государственной формы собственности услуг по созданию, внедрению и обслуживанию программного обеспечения в рамках модели «подписки» (ежемесячная абонентская плата). Себестоимость подписки будет рассчитываться на основе количества рабочих – это объективный показатель, согласно которому стоимость подписки составит порядка 1–2 рублей на сотрудника в месяц.

Классификация внедряемого продукта – «единая цифровая промышленная среда Индустрии 4.0» (ЕЦПС 4.0), объединяющая функционал и возможности систем оптимизации и планирования ресурсов на предприятии, автоматизации взаимодействия с клиентами, поддержки принятия решений. При этом для разработки и инсталляции ЕЦПС 4.0 в производственный процесс флагманов белорусской промышленности специального режима налогообложения (типа ПВТ) не требуется.

Общая сумма затрат всех учредителей научно-производственного центра до старта проекта, согласно предварительным расчетам, может составлять порядка 300 тыс. BYN. Эта сумма на общем этапе для всех заводов делится на количество учредителей. В дальнейшем каждый завод доплачивает 1–2 рубля в пересчете на каждого рабочего за систему, которая увеличит отдачу от их труда на 20–30 %. В качестве исходного требования к создаваемому программному продукту допустимо установление планки экономического эффекта в пределах 1000–2000 % от стоимости продукта в трехлетней перспективе.

Средняя стоимость комплексного решения для предприятия – порядка 10 тыс. руб/мес. Средний уровень эффекта автоматизации при помощи современных программных систем управления предприятиями эквивалентен увеличению рабочей силы предприятия на 20–30 %. Таким образом, предприятие получает возможность не выделять значительные

ресурсы на создание систем в формате инвестиционного проекта, а получить реальную отдачу уже через 5–7 месяцев после начала действия подписки на ИТ-услуги.

Основной компонент, обеспечивающий успешность стратегии, – создание типовой системы, учитывающей в то же время индивидуальные особенности бизнес-процессов на предприятиях за счет конфигурируемой архитектуры.

В отличие от концепции, предусматривающей формирование ИТ-структур непосредственно на предприятиях, такой подход позволяет распределить расходы на создание программного продукта, а значит – устранить необходимость создания каких-либо инструментов финансирования.

С другой стороны, централизация компетенций позволяет решать намного более сложные задачи, двигаясь в сторону «Индустрии 4.0», технологий машинного обучения, промышленной робототехники и пр.

Таким образом, органическая модель роста предусматривает начало проекта с использованием небольшой команды, в дальнейшем масштабируемой с учетом реальных потребностей в специалистах того или иного профиля. Поскольку органический рост, хоть и медленный, но склонен к экспоненциальному закону роста, а бюрократический ограничен линейными темпами, старт с небольшой организацией позволяет уже в перспективе в 3–5 лет говорить о десятках тысяч сотрудников и активной экспансии на мировые рынки, в первую очередь китайский, особенно серьезно страдающий от отсутствия качественных внутренних поставщиков программного обеспечения. Учитывая тренд на импортозамещение в рамках цифрового суверенитета, адаптация к китайским процессорам будет большим преимуществом. При этом можно прогнозировать встречное предложение китайской стороны о совместном предприятии и центре разработки на своей территории.

Кроме того, исходя из предложенного вектора развития, целесообразно начать производство компьютеров и серверов на евразийских платформах («Байкал», «Эльбрус», китайские процессоры) и ставить их на предприятиях-клиентах как часть внедрения предлагаемого продукта – ЕЦПС 4.0.

Таким образом, в целях создания внутренних точек роста для масштабирования ИТ-отрасли в отечественной экономике нужно обратить внимание на положительный опыт южнокорейской промышленной и инновационной политики, а также на модель функционирования соответствующих институтов.

В рамках стартового и основного проекта для запуска указанной модели, позволяющей преодолеть негативные эффекты от сворачивания активности транснационального капитала, предлагается организовать научно-производственный центр по созданию программного обеспечения и программно-аппаратных комплексов для отечественной промышленности. Органическая модель роста и возможность экспансии на мировые рынки, в первую очередь китайский, позволяют заложить прочную основу цифровой экономики Беларуси как основного драйвера развития страны.

В сложившихся условиях преимущество Беларуси заключается в том, что страны с относительно высокой долей государства в экономике и оптимально управляемых вертикально-интегрированных компаний могут более легко и эффективно запускать комплексные процессы цифровизации экономических и управленческих отношений, а также избегать ловушек компьютерного парадокса Солоу за счет создания эффекта масштабной сквозной цифровой агрегации по объединению корпоративных, отраслевых и общегосударственных платформ.

Статья поступила в редакцию 30.03.2022 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Solow, R. We'd better watch out. New York Times Book Review / R. Solow // New York Times. – 1987. – 12 July. – P. 36. – Mode of access: <http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>. – Date of access: 15.03.2022.
2. Цирель, С. Экономический рост и информационные технологии: компаративистский подход / С. Цирель. // Вопросы экономики. – 2004. – № 11. – С. 142–158.
3. Kraemer, K.L. Payoffs From Investment In Information Technology: Lessons From The Asia-Pacific Region / K.L. Kraemer, J. Dedrick // World Development. – 1994. – Vol. 22, iss. 12. – P. 1921–1931.
4. The Critical Role of the Software Industry in Latin America: A Summary of Studies Conducted in Eight Latin American Markets. 2005 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.comptia.org/>. – Date of access: 15.03.2022.
5. Solow, R. Technical Change and the Aggregate Production Function // Review of Economics and Statistics. – 1957. – Vol. 39, № 3.
6. Гайсенюк, В.А. Республика Корея: опыт и задачи цифровой трансформации / В.А. Гайсенюк, Н.С. Клишевич // Вышэйшая школа. – 2019. – № 5. – С. 32–35.