

ПАРАДОКС ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В МИРЕ И В РОССИИ

Работа подготовлена в рамках Государственного контракта с Национальным фондом подготовки кадров.

В мировой экономической науке на сегодняшний день разработан целый ряд методов оценки влияния информационных технологий на производительность фирм, а равно и анализа экономических механизмов, определяющих такое влияние. Группе исследователей удалось провести эмпирическую оценку влияния инвестиций в информационные технологии на производительность российских предприятий. В результате впервые в России была продемонстрирована положительная отдача от вложений в информационные технологии на уровне предприятия. Также удалось выявить некоторые особенности организационных механизмов, обеспечивающих производительное использование этих технологий в условиях России. **Ключевые слова:** информационные технологии; производительность; комплементарные взаимосвязи; организационный капитал; человеческий капитал.

Парадокс производительности как научная проблема

Информационные технологии уже несколько десятилетий рассматриваются в качестве важного рычага повышения производительности, как на уровне отдельного предприятия, так и на уровне экономики в целом. Но это повышение достигается отнюдь не автоматически – высокий риск проектов в сфере ИТ и трудности измерения экономического эффекта, даже если таковой достигнут, являются сегодня общим местом. В результате вопрос о влиянии вложений в ИТ на производительность предприятия был и остается далеко не очевидным. В то же время за последние 20 лет экономическая наука разработала целый ряд методов теоретического и эмпирического анализа производительности ИТ на предприятиях.

Проблема отдачи от вложений в ИТ остается актуальной на протяжении по меньшей мере 30 лет. Первые исследования, как правило, отмечали отсутствие эмпирически наблюдаемой связи между инвестициями в ИТ и производительностью (прибыльностью) фирмы (см., например, [1–3]). Совокупность этих исследований породила хорошо известный «парадокс производительности ИТ», который нобелевский лауреат Р. Солоу сформулировал так: «Мы видим компьютерный век везде, кроме статистики производительности» [4]. Вместе с тем уже в начале 1990-х гг. появились два новых теоретических подхода, которые затем стали основными в исследовании данной области. Первый из них связан с представлением об ИТ как о технологии общего назначения, подобной паровой машине в конце XVIII в. или электричеству в конце XIX в. Такая технология приносит эффект не сама по себе, а посредством вновь создаваемых прикладных технологий [5]. Этот подход, носящий во многом общетеоретический характер (хотя позже в рамках данного подхода появились как более близкие к практике теоретические работы, так и эмпирические исследования, в частности, [6]), выходит за рамки настоящей работы.

Значительно большее влияние приобрела теория комплементарных взаимосвязей в современном промышленном производстве, впервые предложенная

в [7]. Согласно авторам, обрабатывающая промышленность переживает новую революцию. В качестве её основных черт они видят следующие:

1. Замена специализированного оборудования для массового производства гибким программируемым оборудованием, способным выполнять несколько различных задач.
2. Переход от поточного производства ограниченного ассортимента продукции к производству широкой номенклатуры товаров небольшими партиями.
3. Переход к командной работе, причем, команды могут пересекать границы подразделений организации.
4. Гибкая организация рабочих мест и должностных обязанностей.
5. Доминирование в оплате показателей производительности и приобретенных навыков, а также целый ряд других особенностей.

Таким образом, П. Милгром и Дж. Робертс выдвинули гипотезу о том, что экономическая эффективность ИТ в фирме обусловлена подкреплением внедрения ИТ адекватными институциональными изменениями. Эта гипотеза получила эмпирическую проверку в ряде последующих работ.

Оценка влияния ИТ на производительность в модели производственной функции

Одним из первых современных подходов к оценке производительности ИТ стало использование аппарата производственных функций. Именно этот подход был использован в работе с характерным названием «Paradox lost?» («Парадокс исчез?») [8]. Новизна подхода состояла в том, что капитал и труд в производственной функции Кобба–Дугласа разделялись на две составляющие каждый: компьютерный капитал и прочий капитал, компьютерный труд и прочий труд, включая и иные, не связанные с трудом, текущие расходы. В результате получалось уравнение следующего вида:

$$Q = e^{\beta_0} C^{\beta_1} K^{\beta_2} S^{\beta_3} L^{\beta_4}, \quad (1)$$

где Q – выпуск фирмы; C – компьютерный капитал; K – прочий капитал; S – труд в ИТ-службе; L – про-

чий труд и иные расходы, включая в том числе и все материальные затраты; β_0 – псевдопеременная, характеризующая год и отрасль; $\beta_1 - \beta_4$ – эластичность выпуска по соответствующей переменной.

Перейдя к логарифмам и добавив псевдопеременные, характеризующие год и отрасль, получим систему из пяти уравнений следующего вида:

$$\ln Q_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln C_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 \ln S_{it} + \beta_4 \ln L_{it} + \varepsilon_t \quad (2),$$

где $Q, C, K, S, L, \beta_1 - \beta_4$ имеют тот же смысл, что и в уравнении (2.1); $\beta_0 = 87, \dots, 91$ – индекс года; β_j – индекс отрасли; ε_t – случайная ошибка для года t .

Исходя из числа лет наблюдений, в системе пять уравнений. Оценка этих уравнений проводилась методом ISUR¹, позволяющим учесть возможную корреляцию между случайными ошибками разных лет.

Данные модели получены путем объединения базы данных Compustat, содержащей основные финансовые показатели фирм, и данных опроса компании IDC по расходам фирм на ИТ [9].

Расчеты авторов привели к следующим результатам:

1. Эластичность выпуска по компьютерному капиталу составила 0,0169. С учетом того, что компьютерный капитал составляет в среднем 2,09% совокупного капитала фирмы, каждый доллар вложений в компьютерный капитал обеспечивает увеличение выпуска в среднем на 81 цент в год². Т-статистика составила 3,92, что означает значимость на 1%-м уровне.

2. Эластичность выпуска по затратам на персонал ИТ-службы составила 0,0178, т.е. доллар заработной платы ИТ-персонала обеспечивал прирост выпуска на 2,62 доллара. Т-статистика составила 3,38, что означает значимость на 1%-м уровне.

3. Исходя из рассчитанных эластичностей, чистый продукт труда ИТ-службы составляет 1,62 долл. По критерию χ^2 гипотеза о том, что чистый продукт не больше 0, отвергается на 5% уровне значимости.

4. Аналогичным образом авторы рассчитали чистый продукт компьютерного капитала. В данном случае следует учесть, что компьютерный капитал – это запас, а выпуск – это поток. Исходя из среднего срока использования компьютерного капитала в 7 лет (данные Бюро экономического анализа США за 1987 г.), чистый продукт последнего был оценен в 67%, по критерию χ^2 эта цифра значима на 1% уровне. Исходя из консервативной оценки времени жизни компьютерного капитала в 3 года, чистый продукт последнего был оценен в 48% (значим на 5% уровне). Проблему дополнительных расходов на компьютерный капитал, выходящих за рамки амортизации, авторы рассматривают на качественном уровне и не учитывают в своих количественных оценках.

Таким образом, в работе [8] впервые были получены результаты, с высокой надежностью подтверждающие наличие экономического эффекта от использования ИТ.

В дальнейших исследованиях, например, [10], использовалась более простая производственная функция вида

$$Q = A(i, j, t) * K^{\beta_K} * L^{\beta_L} * C^{\beta_C} \quad (3),$$

где Q – выпуск фирмы; K – обычный капитал; L – труд; C – компьютерный капитал; β_K, β_L и β_C – сте-

пенные коэффициенты при соответствующих переменных, i, j, t – индексы отрасли, фирмы и года соответственно, $A(i, j, t)$ – массив переменных, характеризующих неучтенные факторы производства, такие как вложения фирмы в комплементарные активы.

В этом случае авторам удалось не только подтвердить положительную отдачу от ИТ, но и продемонстрировать значительный лаг между приростом компьютерного капитала и отдачей в виде прироста выпуска. Q, K, L и C включались в уравнение в виде разностей за определенный промежуток времени и коэффициенты β_K, β_L и β_C , а также их значимости устойчиво возрастали.

Таким образом, аппарат производственных функций, примененный к данным отдельных фирм, позволил убедительно продемонстрировать наличие положительной отдачи от вложений в ИТ. В то же время, производственная функция не могла объяснить значительный разброс в результатах использования ИТ различными фирмами. Ответ на этот вопрос могло дать исследование механизмов, определяющих влияние ИТ на выпуск фирмы, и эта работа была проведена в рамках исследования вложений в активы, комплементарные ИТ.

Исследование комплементарных взаимосвязей между ИТ и другими активами

С момента выхода работы [7] встал вопрос об эмпирическом подтверждении комплементарных взаимосвязей между компьютерным капиталом, организационным капиталом, портфелем выпускаемых продуктов и, возможно, иными активами предприятия. Одной из первых эмпирических работ этого направления стала [11], где различными способами были продемонстрированы взаимосвязи между вложениями в ИТ, организацию рабочего места и спросом на квалифицированный труд, а также совместное влияние этих факторов на производительность фирмы.

Для измерения вложений в комплементарные организационные практики, авторы выбрали определенный набор практик, которые по результатам предшествующих работ рассматривались как комплементарные использованию ИТ, и оценили их распространенность среди выборки из более 300 крупных фирм США. Распространенность оценивалась в баллах по шкале Ликерта, данные собирались путем анкетирования топ-менеджеров фирм. Накопленный уровень человеческого капитала измерялся через образовательный уровень и процентное соотношение рабочих мест различных типов – неквалифицированные рабочие, квалифицированные рабочие, клерки, профессионалы и менеджеры. Для измерения инвестиций в человеческий капитал использовалось проведение фирмой оценки образовательного уровня кандидата при найме на работу, доля рабочих, для которых проводится обучение, обучение смежным профессиям. Компьютерный капитал оценивался как по стоимости, так и в натуральных показателях: вычислительная мощность в миллионах инструкций в секунду и число ПК.

Расчеты проводились по трем направлениям. Прежде всего, анализировалась корреляция между

переменными модели. Для целого ряда показателей, относящихся к разным группам (компьютерный капитал, организационный капитал, человеческий капитал), такие корреляции были обнаружены. Далее были оценены функции спроса на компьютерный капитал в зависимости от значений более консервативных элементов – человеческого и организационного капитала.

Для устранения влияния посторонних факторов, в функцию включали также псевдопеременные, характеризующие размер фирмы, отрасль и тип производственного процесса. Полученный набор показателей объяснял величину компьютерного капитала с удовлетворительным уровнем значимости, подтверждая наличие комплементарных взаимосвязей.

Наконец, был оценен набор производственных функций, в котором компьютерный капитал, обычный капитал, труд и показатели человеческого и организационного капитала объясняли добавленную стоимость, созданную фирмой. В качестве начального приближения была взята функция, аналогичная (3), т.е. не включающая компьютерный и организационный капитал, далее в неё включались соответствующие переменные. Показатели организационного и человеческого капитала увеличивали коэффициент детерминации, коэффициенты при этих показателях были значимы.

Таким образом, в работе [11] различными методами было подтверждено наличие комплементарных взаимосвязей между инвестициями в ИТ, организацию рабочего места и компьютерный капитал.

Альтернативным подходом к эмпирической проверке комплементарных взаимосвязей в данной области стало так называемое отношение Q, предложенное Дж. Тобином. Отношение Q представляет собой отношение рыночной и бухгалтерской стоимости активов фирмы:

$$Q = \frac{E_M + L_B}{E_B + L_B} \quad (4),$$

где E_M – рыночная стоимость акционерного капитала; L_B – бухгалтерская стоимость долга; E_B – бухгалтерская стоимость акционерного капитала.

Идея Дж. Тобиана состоит в том, что фондовый рынок оценивает в качестве актива то, что реально генерирует денежный поток, вне зависимости от отражения в бухгалтерском учете. Соответственно, $q < 1$ означает, что некоторые активы фирмы не приносят дохода и, следовательно, не являются активами с экономической точки зрения. Сходным образом $q > 1$ означает наличие определенных нематериальных активов, не отражаемых в бухгалтерском балансе, но оцениваемых фондовым рынком наряду с прочими. В частности, именно к таким активам могут относиться организационный и человеческий капитал.

В [12] капитализация фирмы рассматривалась как зависимая переменная, а в качестве объясняющих переменных рассматривались инвестиции в ИТ, организационный капитал и человеческий капитал. Измерители организационного и человеческого капитала были близки к таковым в [11]. Как зависимая, так и объясняющие переменные брались не в абсолютных значениях, а в отклонениях от среднего. Результаты исследований в обобщенном виде представлены на Рис. 1.

В результате было обнаружено следующее:

- Коэффициент регрессии при компьютерном капитале без включения организационного и человеческого капитала крайне высок (более 10);
- При включении в уравнение организационного капитала и человеческого капитала коэффициент регрессии снижается в несколько раз, приближаясь в ряде расчетов к 1;
- У всех переменных, характеризующих организационный капитал, наблюдалась значимая на 1%-м уровне корреляция с компьютерным капиталом;
- Переменные, характеризующие человеческий капитал, коррелировали с компьютерным капиталом на 5%-м уровне значимости.

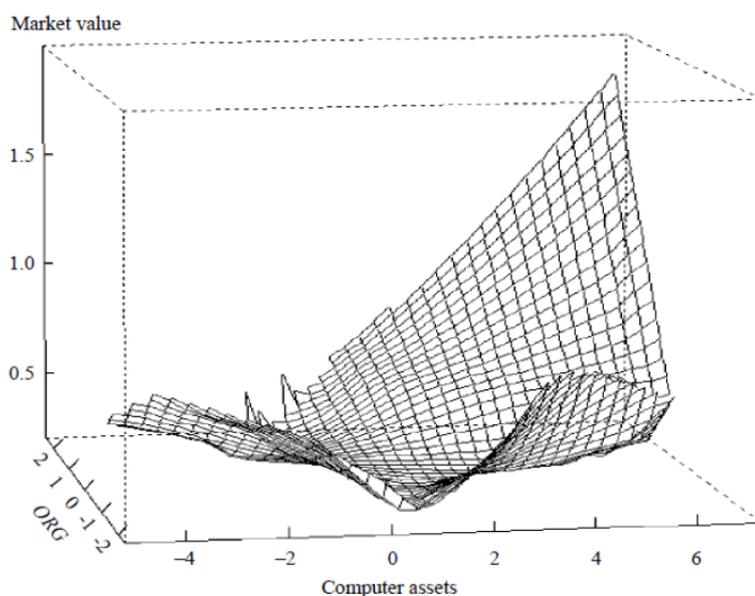


Рис. 1. Компьютерный капитал, организационный капитал и рыночная стоимость фирмы

Таким образом, удалось показать, что при инвестициях в ИТ значительное повышение капитализации фирмы обеспечивается при условии вложений в организационный и человеческий капитал, комплементарный компьютерному капиталу.

Исследования производительности ИТ в России

Подобные исследования представляют значительную актуальность и для России. Даже если не ставить под сомнение положительное влияние ИТ на производительность, остается открытым вопрос о механизмах, обеспечивающих на основе ИТ реальное повышение эффективности и прибыльности предприятия. Первым неизбежным вопросом – существует ли сам эффект как таковой. Именно этот вопрос поставила в центр своей работы группа исследователей под эгидой МФТИ, получившая название ITValue.ru.

В ответе на этот вопрос наибольшую практическую сложность представляет собой проблема данных. Зарубежные работы, в частности, [10–12], опираются на развитые коммерческие базы данных фирм, содержащие не только основные бухгалтерские показатели в стандарте Общеизвестных принципов бухгалтерского учета США (GAAP), такие, как выручка, материальные затраты, заработная плата, прибыль и т.д., но и подробные данные по использованию ИТ, например, количество персональных компьютеров, серверов и периферийных устройств на различных площадках предприятия. Благодаря этому, опросы и анкетирование используются только для сбора данных об организационном и человеческом капитале – нематериальных активах, не отражаемых в бухгалтерском учете и оцениваемых косвенным путем.

В России проблемы возникают уже на уровне бухгалтерских данных. В наибольшей степени отличается от общеизвестных стандартов учета показатель прибыли. Последняя для российского предприятия определяется не столько его реальным финансовым состоянием, сколько взаимоотношениями с налоговым ведомством. Далее, согласно российским правилам бухгалтерского учета, управленческие, а равно и коммерческие расходы могут отражаться как на соответствующих статьях отчета о прибылях и убытках, так и на статье «Основное производство». В последнем случае любая из этих статей или обе сразу могут быть нулевыми. Определенные трудности вызывает и показатель заработной платы, значительная часть которой может выплачиваться «неофициальным» способом. Однако последний фактор не мешает использованию труда в исследовании производственных функций в России, см., например, [13]. В то же время, выручка и активы с определенными допущениями пригодны для исследования.

Отдельную проблему представляет собой расчет компьютерного капитала. Определение компьютерного капитала тоже весьма неочевидно. По логике теоретических работ, в частности, [7], под компьютерным капиталом следует понимать все материальные и нематериальные активы, относящиеся к сфере ИТ, – как минимум, все оборудование и программное обеспечение. Между тем, в работах [8, 10–12], а также в

целом ряде других под компьютерным капиталом понимаются только расходы на оборудование рабочих мест, серверное оборудование и периферийные устройства, не включая ни программного обеспечения, ни коммуникационного оборудования. Противоречие между данным подходом и работами по теории комплементарности состоит в том, что в отсутствие прикладного программного обеспечения оборудования (в данную статью может входить и соответствующее системное программное обеспечение) заводом не может приносить прибыль, т.е. не является капиталом в экономическом смысле. Аналогичным товаром-комплементом выступает и коммуникационное оборудование, хотя бы в той мере, в какой интернет рассматривается как одна из составляющих ИТ. Еще большую трудность для данного подхода представляет массовый переход фирм к аутсорсингу ИТ. Теоретически, при полном аутсорсинге компания может вообще не владеть компьютерным оборудованием, получая доступ к нему как услугу. В этом случае компьютерный капитал по Э.Бриниолфссону и его коллегам будет равен нулю, но при этом фирма может быть крупным потребителем ИТ.

Вся эта совокупность проблем привела к практически полному отсутствию эмпирических исследований производительности ИТ на больших выборках предприятий. Автору известны исследования исключительно на уровне экономики в целом, в частности, [16].

Для этих проблем были найдены следующие решения:

1. Эконометрическое исследование было ограничено анализом производственной функции, не чувствительной к качеству данных по прибыли.
2. Недостаток данных по компьютерному капиталу и его составляющим был восполнен широкомасштабным анкетированием российских предприятий на тему размера и структуры их ИТ-бюджетов.
3. В качестве приближения компьютерного капитала был использован показатель эксплуатационных расходов предприятия на ИТ. Значительная часть расходов на поддержку находится в прямой пропорции к установленной базе оборудования и программного обеспечения (17–20% от объема оборудования и / или программного обеспечения). Затраты на ИТ-персонал тоже находятся в определенной пропорции к установленному оборудованию и программного обеспечения. Сходным образом, затраты предприятия на аутсорсинг ИТ-услуг тоже находятся в определенной пропорции к используемому компьютерному капиталу. Следует отметить, что собственно коэффициент пропорциональности между компьютерным капиталом и эксплуатационными расходами не имеет принципиального значения, поскольку чем выше данный коэффициент, тем ниже коэффициент регрессии. Расчеты проводились из предположения, что коэффициент пропорциональности равен 5, т.е. эксплуатационные расходы по предположению составляют 20% величины компьютерного капитала.

Более подробно методология настоящего исследования изложена в [14].

В ходе расчетов на основе модели производственной функции, аналогичной (3), на выборке 170 рос-

сийских предприятий были получены положительные и значимые на 5%-м уровне коэффициенты при компьютерном капитале. В то же время, вынужденное включение в выборку предприятий самого разного размера потенциально могло привести к неоднородности исходных данных и, как следствие, к недостоверности полученных результатов. С этой целью была проведена группировка предприятий по размеру, исходя из численности занятых, ФОТ и численности ИТ-сотрудников. Во всех группах, кроме «крупнейшие», коэффициент при компьютерном капитале оказался значимым по меньшей мере на 10%-м уровне. Незначимость коэффициента в группе крупнейших предприятий, по всей вероятности, связана с малой численностью группы, где оказалось всего 11 предприятий.

Таким образом, положительная отдача от вложений в ИТ была подтверждена и для российских предприятий.

Значительно более сложной задачей оказался анализ механизмов, влияющих на производительность ИТ. Как показано в [17], в этой области велика страновая специфика, вследствие чего системы взаимосвязанных практик, успешные в одной стране, могут не оказаться таковыми в другой. По этой причине первым шагом в изучении активов, комплементарных ИТ, становится исследование самих организационных практик на материалах анализа отдельных предприятий или узких подотраслей. Именно на такие исследования ссылаются авторы [11] и [12], обосновывая выбор организационных практик и показателей измерения человеческого капитала, комплементарных ИТ. В России эта работа на сегодняшний день практически не начата. Одним из первых результатов стал анализ организационных практик, комплементарных внедрению контроллинга бизнес-процессов в крупной нефтяной компании, проведенный в рамках проекта ITValue.ru. В частности, удалось выявить и обосновать необходимость следующих организационных практик:

- Внедрение на предприятии культуры измерения результативности сотрудников и процессов в целом;
- Систему мотивации сотрудников, основанную на результатах бизнес-процессов и вкладе конкретных сотрудников или групп в эти результаты;
- Создание центра компетенции по процессам предприятия.

Более подробно это исследование описано в [18].

Хотя речь сегодня идет о результатах анализа отдельного примера, тем не менее, в этом примере получены обнадеживающие результаты в области выяв-

ления комплементарных взаимосвязей организационных практик друг с другом, а также с ИТ-сервисами.

Таким образом, команда проекта ITValue.ru, в которую входит и автор настоящей работы, получила первые результаты измерения производительности ИТ на уровне предприятий. Результаты можно разделить на две группы: во-первых, эконометрическое исследование влияния величины компьютерного капитала на выпуск фирм, во-вторых, отработку на конкретном примере методики анализа комплементарных взаимосвязей между компьютерным, организационным и человеческим капиталом.

Заключение

Среди результатов данной работы можно выделить следующие:

1. Проведен анализ подходов и моделей, разработанных в мировой экономической теории в рамках исследования так называемого парадокса производительности ИТ (парадокса Солоу) на уровне фирмы. Хотя такой анализ не относится к самостоятельным исследованиям, он, насколько известно автору, проведен впервые в российской практике.

2. Разработано оригинальное определение компьютерного капитала как всей совокупности ИТ-активов, используемых предприятием, а также найдено количественное приближение компьютерного капитала в данном понимании (эксплуатационные расходы на ИТ).

3. Построена производственная функция, оценивающая вклад компьютерного капитала в выручку российских предприятий. Анализ построенного регрессионного уравнения показал положительное и значимое влияние компьютерного капитала на выпуск. С учетом того, что в выборку были включены предприятия разного размера, выборка была разбита на несколько размерных групп. Во всех группах, кроме крайне небольшой группы крупнейших предприятий, соответствующие коэффициенты оказались положительны, значимы и сравнительно близки по своим значениям.

Таким образом, настоящая работа представляет собой первый шаг в исследовании вклада информационных технологий в производительность российских предприятий. В рамках этого шага в российский научный оборот введены основные подходы и результаты зарубежных исследований данной проблемы, а также эмпирически продемонстрировано на большой выборке российских предприятий положительное влияние компьютерного капитала на производительность предприятия.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ ISUR – Iterated Seemingly Unrelated Regressions, итеративная оценка системы слабо связанных регрессионных уравнений.

² Эластичность выпуска по компьютерному капиталу определяется как $\frac{\Delta Q}{\Delta C} / \frac{C}{Q} = \frac{\Delta Q}{\Delta C} \frac{C}{Q} = 0,0169$. Разделив обе части на $\frac{C}{Q}$, получим $\frac{\Delta Q}{\Delta C} = \frac{0,0169}{0,0209} \approx 0,81$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Loveman Gary. An Assessment of Productivity Impact of Information Technologies, pp. 84-110 // In Information Technology and the Corporation of 1990s. Oxford : Oxford University Press. 1994. 532 p.

2. Roach Stephen. America's Technology Dilemma: a Profile of the Information Economy. Morgan Stanley Special Economic Study. 1987. 29 p.
3. Strassman Paul. The Business Value of Computers. New Canaan : The Information Economics Press. 1990. 530 p.
4. Solow Robert. We'd Better Watch Out // New York Times Book Review. 12 July 1987.
5. David Paul. The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective to the Modern Productivity Paradox // American Economic Review. 1990. V. 80. № 2. P. 355–361.
6. Bresnahan Timothy, Shane Greenstein, David Brownstone, Ken Flamm. Technical Progress and Co-Invention in Computing and in the Uses of Computers // Brookings Papers of Economic Activity. Microeconomics. Washington, DC: Brookings Institution. 1996. T. 1996.
7. Milgrom Paul, John Roberts. The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization. American Economic Review. 1990. V. 80. № 3. P. 511–528.
8. Brynjolfsson Erik, Lorin Hitt. Paradox Lost? Firm-Level Evidence of the Returns to Information Systems Spending // Management Science – Apr. 1996. V. 42. No. 4. P. 541–558.
9. IDC, U.S. Information Technology Spending Patterns 1969–1991 // IDC Special Report #5368, 1991.
10. Brynjolfsson Erik, Hitt Lorin. Computing Productivity: Firm-Level Evidence // Review of Economics and Statistics – 2003. V. 85. № 4. P.793–808.
11. Bresnahan Timothy, Brynjolfsson Erik, Hitt Lorin. Information Technology, Workplace Organisation and Demand for Skilled Labor: an Empirical Evidence. Quarterly Journal of Economics. 2002. V. 117. № 1. P. 339–376.
12. Brynjolfsson Erik, Lorin Hitt, Shinkyu Yang. Intangible Assets: Computers and Organisation Capital // Brookings Papers on Economic Activity. 2002. № 1. P. 137–198.
13. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике : учеб. 2-е изд. М. : Дело и сервис, 1998. 368 с.
14. Зимин К.В., Маркин А.В., Скрипкин К.Г. Влияние информационных технологий на эффективность российского предприятия: методология эмпирического исследования. // Бизнес-информатика. 2012. № 1 (19). С. 40–48.
15. Островерх А.И., Сычев В.Н., Костюков В.Д., Селиверстов А.И. Результаты анализа деятельности РКЗ ГКНПЦ им. М.В. Хруничева по внедрению информационных технологий // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2005. № 14 (55). С. 7–22.
16. Перминов С.Б. Информационные технологии как фактор экономического роста. М. : Наука, 2007. 195 с.
17. Milgrom P., Roberts J. Complementarities and Fit: Strategy, Structure and Organizational Change in Manufacturing. Journal of Accounting and Economics. 1995. V. 19. P. 179–208.
18. Лугачев М.И., Скрипкин К.Г., Ананьин В.И., Зимин К.В. Эффективность инвестиций в ИТ : альманах лучших работ. М. : СОДИТ, 2012. С. 177–186.

Статья представлена научной редакцией «Экономика» 23 февраля 2015 г.

IT PRODUCTIVITY PARADOX: PRESENT STATE OF RESEARCH IN THE WORLD AND IN RUSSIA

Tomsk State University Journal, 2015, 395, 172–178. DOI: 10.17223/15617793/395/29

Skripkin Kirill G. Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation). E-mail: k.skripkin@gmail.com

Keywords: information technology; performance; complementary relationship; organizational capital; human capital.

In the early '80s the problem of return to IT investment was raised. For over a decade numerous analysts working on this problem found no positive payback of IT investment. Meanwhile, the early '90s saw new theoretical approaches, considering not only technology itself but a whole complex of IT and organizational practices as well as new skills and human capital motivation. At the same time new statistical data became available, both collected by researchers themselves and obtained from large business databases on IT usage in American and other firms. Using these new approaches and data, economists obtained new results confirming positive IT impact on firm's productivity. Firstly, they assessed the production function where the capital was divided into two categories: computer capital and the other one. The coefficient of computer capital, which proved to be positive and significant, allowed to measure directly the impact of computer capital on production and productivity. Secondly, complementary relations between different kinds of capital were investigated in a variety of ways. There is an interesting investigation method using the so-called Tobin's Q ratio, which stands for quotient of firm's market capitalization to its accounting valuation. According to this approach, $Q < 1$ means that market estimates some firm's assets lower than the same assets accounting valuation, $Q > 1$ means that some assets valued by the market are not reflected in account books. Q regression analysis across multiple firms revealed that complementary investment in computer, organizational and human capital strongly impacts the firm capitalization. In 2010–2012 and later on a Russian investigators team formed by MIPTIC used Russian firms' data in a similar research and also succeeded to draw IT positive impact on productivity. In order to do this, the group compiled the Russian firms' IT expenses database, which was first of the kind in Russia. The investigation methodology was considerably modified in two areas. Firstly, computer capital was calculated in a way incorporating kinds of computer capital that firms employed but former investigation methods missed. Secondly, Russian firms' accounting data did not match American ones, so the methodology was adapted to these discrepancies. The results again evidently demonstrated the IT investments positive impact on productivity. Empirical analysis of complementary relations within the total complex became another topic of the IT productivity research. Here investigators shed light on both organizational practices and human capital requirements, which were complementary to effective IT usage and topical primarily for USA, but also for some other countries. A number of authors empirically confirmed that joint investment in both these assets and IT impacted positively firm's productivity and capitalization. In Russia such complementary interrelations research demands first to unravel IT-related organizational practices. The first results in this field are already obtained as well.

REFERENCES

1. Loveman Gary. *An Assessment of Productivity Impact of Information Technologies*. In: Morton M.S.S. (ed.) *Information Technology and the Corporation of 1990s*. Oxford: Oxford University Press. 1994, pp. 84–110.
2. Roach S. *America's Technology Dilemma: a Profile of the Information Economy*. Morgan Stanley Special Economic Study. 1987. 29 p.
3. Strassman P. *The Business Value of Computers*. New Canaan: The Information Economics Press. 1990. 530 p.
4. Solow R. We'd Better Watch Out. *New York Times Book Review*, 12 July 1987.
5. David P. The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective to the Modern Productivity Paradox. *American Economic Review*, 1990, v. 80, no. 2, pp. 355–361.

6. Bresnahan T., Greenstein Sh., Brownstone D., Flamm K. Technical Progress and Co-Invention in Computing and in the Uses of Computers. In: *The Brookings Papers of Economic Activity. Microeconomics*. Washington, DC: Brookings Institution, 1996.
7. Milgrom P., Roberts J. The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization. *American Economic Review*, 1990, v. 80, no. 3, pp. 511–528.
8. Brynjolfsson E., Hitt L. Paradox Lost? Firm-Level Evidence of the Returns to Information Systems Spending. *Management Science*, Apr. 1996, v. 42, no. 4, pp. 541–558.
9. IDC, U.S. Information Technology Spending Patterns 1969–1991. IDC Special Report #5368, 1991.
10. Brynjolfsson E., Hitt L. Computing Productivity: Firm-Level Evidence. *Review of Economics and Statistics*, 2003, v. 85, no. 4, pp. 793–808.
11. Bresnahan T., Brynjolfsson E., Hitt L. Information Technology, Workplace Organisation and Demand for Skilled Labor: an Empirical Evidence. *Quarterly Journal of Economics*, 2002, v. 117, no. 1, pp. 339–376.
12. Brynjolfsson E., Hitt L., Yang Sh. Intangible Assets: Computers and Organisation Capital. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2002, no. 1, pp. 137–198.
13. Zamkov O.O., Tolstopyatenko A.V., Cheremnykh Yu.N. *Matematicheskie metody v ekonomike* [Mathematical Methods in Economics]. 2nd edition Moscow: Delo i servis Publ., 1998. 368 p.
14. Zimin K.V., Markin A.V., Skripkin K.G. IT impact on the firm productivity in Russia: methodology of empirical investigation. *Biznes-informatika – Business Informatics*, 2012, no. 1 (19), pp. 40–48. (In Russian).
15. Ostroverkh A.I., Sychev V.N., Kostyukov V.D., Seliverstov A.I. Rezul'taty analiza deyatel'nosti RKZ GKNPTs im. M.V. Khrunicheva po vnedreniyu informatsionnykh tekhnologiy [The results of analysis of the Rocket and Space Works of the State Research and Production Space Center n.a. M.V. Khrunichev in IT implementation]. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve – Information technology of CAD/CAM/CAE*, 2005, no. 14 (55), pp. 7–22.
16. Perminov S.B. *Informatsionnye tekhnologii kak faktor ekonomicheskogo rosta* [Information technology as a factor of economic growth]. Moscow: Nauka Publ., 2007. 195 p.
17. Milgrom P., Roberts J. Complementarities and Fit: Strategy, Structure and Organizational Change in Manufacturing. *Journal of Accounting and Economics*, 1995, v. 19, pp. 179–208.
18. Lugachev M.I., Skripkin K.G., Anan'in V.I., Zimin K.V. *Effektivnost' investitsiy v IT: al'manakh luchshikh rabot* [The effectiveness of IT investments: Almanac of the best works]. Moscow: SODIT Publ., 2012, pp. 177–186.

Received: 23 February 2015