

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. Ломоносова
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



К.Г. Скрипкин

**Экономическая эффективность
информационных систем
в России**

Монография



МОСКВА – 2014

УДК 658(470)
ББК 65.29(2Рос)
С45

*Монография рекомендована к изданию
Ученым советом экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
от 28 октября 2011 г, протокол №6*

Рецензенты:

*М.Ю. Афанасьев – д.э.н., проф., зав. лабораторией
прикладной эконометрики ЦЭМИ РАН;*

*В.А. Сухомлин – д.т.н., проф., зав. лабораторией открытых информационных
технологий факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова*

Скрипкин К.Г.

**С45 Экономическая эффективность информационных систем
в России: Монография. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 156 с.
ISBN 978-5-317-04863-1**

Настоящая монография посвящена теоретическому анализу экономической эффективности информационных технологий и систем в России, а также прикладным подходам к оценке эффективности ИТ на уровне предприятия. Прежде всего, в работе рассмотрены результаты теоретических исследований. Продемонстрированы такие результаты, как эмпирические подтверждения экономического эффекта ИТ на больших выборках предприятия, отложенный характер экономического эффекта ИТ, а также взаимосвязь между применением современных ИТ и уровнем развития организационного и человеческого капитала.

Ряд закономерностей исследован на российском материале. В частности, на выборке примерно 200 российских предприятий получено эмпирическое подтверждение экономического эффекта от использования ИТ. На ряде конкретных примеров российских предприятий проведено исследование взаимосвязи между использованием ИТ и уровнем развития организационного капитала.

Теоретические исследования позволили существенно развить средства оценки эффективности ИТ на конкретном предприятии. Для этих целей в работе предложен ряд инструментов, включая карту организационных практик, расширенную матрицу изменений, ряд моделей расчета затрат на ИТ в разрезе ИТ-услуг. Также всесторонне рассмотрены существующие методики оценки экономической эффективности ИТ.

Ключевые слова: информационные технологии, информационные системы, производительность, организационный капитал, человеческий капитал.

УДК 658(470)
ББК 65.29(2Рос)

Автор выражает свою искреннюю признательность заведующему кафедрой экономической информатики экономического факультета МГУ *М.И. Лугачеву* за неизменную конструктивную поддержку, *К.В. Зимину* за возможность использования уникальных данных, *В.И. Апаньину* и *П.А. Алферову* за исключительно ценные обсуждения материала книги

Содержание

Введение	3
Глава 1. Парадокс производительности ИТ и истоки проблемы эффективности ИС	11
Глава 2. Проблема эффективности ИС: современное состояние	38
Глава 3. Опыт анализа экономической эффективности ИС в России	68
Глава 4. Управление эффективностью ИС в практике современного предприятия.....	92
Глава 5. Модели и методы оценки эффективности ИС	132
Заключение.....	141
Литература	144

Глава 2

ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИС: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Как мы видели в предыдущей главе, «лобовые» подходы к измерению производительности ИТ не дали определенного решения «парадокса производительности». Новое качество обсуждения проблемы создали теоретические подходы и эмпирические методы, появившиеся в 1990-е гг. Среди теоретических моделей мы выделяем следующие:

- подход технологии общего назначения;
- выявление и анализ активов, комплементарных ИТ;
- анализ транзакционных издержек фирмы и влияния ИТ на эти издержки;
- анализ изменения содержания труда в результате внедрения ИТ.

Схема современных направлений экономического анализа ИТ и их взаимосвязей друг с другом приведена на рис. 3.

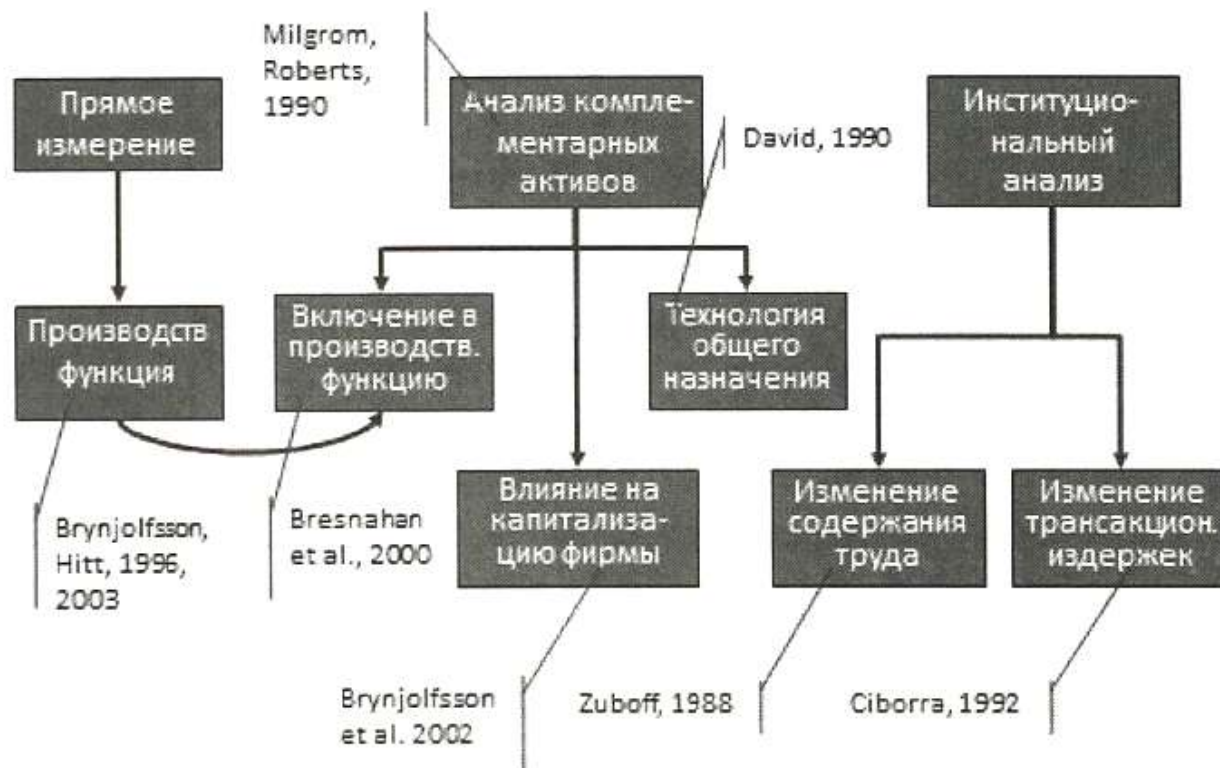


Рис. 3. Современные подходы к исследованию экономики ИС

Наряду с этим обращает на себя внимание ряд методов эмпирических исследований, характерных и в определенном смысле слова специфичных для исследований экономики ИТ:

- производственная функция, включающая компьютерный капитал;
- явное измерение комплементарных взаимосвязей между инвестициями в компьютерный капитал, с одной стороны, и в организационный и человеческий капитал, с другой, и их совместного влияния на производительность фирмы;
- анализ рыночной оценки инвестиций в компьютерный капитал и комплементарные ему активы на основе «отношения Q», предложенного Дж. Тобином.

В данной главе мы рассмотрим эти теоретические и эмпирические подходы.

Использование производственных функций в анализе эффективности ИТ

Прежде чем перейти к рассмотрению других теоретических подходов к анализу эффективности ИТ и определяющих его механизмов, рассмотрим распространенный метод эмпирического анализа отдачи от ИТ – производственную функцию. На ее базе построен целый ряд эмпирических моделей оценки эффективности ИТ как таковой и различных механизмов, ее определяющих.

Ранние исследования влияния инвестиций в ИТ на результаты фирмы, как правило, использовали довольно простые методы. В частности, П. Страссман исследовал непосредственную корреляцию между показателями прибыли на собственный капитал⁴², с одной стороны, и расходами на ИТ в расчете на одного работника, с другой [Strassmann, 1990, pp. 34–39]. Сходным образом, С. Роуч в [Roach, 1987] исследует корреляцию между вложениями в ИТ и производительностью офисных работников⁴³. Показатели рассматривались год в год, без учета лагов (там же). Результат подобного подхода довольно труден для содержательной интерпретации по следующим причинам:

⁴² Англ. ROE – Return on Equity.

⁴³ Англ. Information workers, буквально – «информационные работники».

- вложения в ИТ заведомо не являются единственным фактором, влияющим на прибыльность и производительность соответственно, между тем, влияние прочих факторов не рассматривается;
- если говорить о работах П. Страссмана, то в них рассматриваются совокупные расходы на ИТ безотносительно деления на инвестиционные и текущие;
- в работах не рассматриваются лаги, особенно важные с учетом концепции технологии общего назначения.

Определенным исключением стала работа [Morrison, Berndt, 1991], однако и ее ценность серьезно ограничена узким пониманием выгод ИТ и отраслевым уровнем анализа.

Данные проблемы привели к появлению более сложных методологий, предлагающих решения всех вышеперечисленных проблем. Наиболее важной методологией непосредственного измерения влияния ИТ на выпуск фирмы стал аппарат производственных функций, оцениваемых на уровне отдельных фирм (см., например, [Brynjolfsson, Hitt, 1996; Brynjolfsson, Hitt, 2003], обзор работ по данной тематике приведен в [Brynjolfsson, Saunders, 2010, pp. 41–58]).

Первой работой, активно использующей данный аппарат, стала работа [Brynjolfsson, Hitt, 1996]. Ее ценность также в соотнесении полученных результатов с результатами предшественников, не выявивших положительного влияния ИТ на производительность фирмы. Поэтому данной работе мы уделим особое внимание.

Авторы впервые предлагают выделить в производственной функции компьютерный капитал и «компьютерный» труд (т.е. труд в сфере ИТ-подразделений фирм) как отдельные переменные. В результате предлагается производственная функция в форме Кобба–Дугласа следующего вида:

$$Q = e^{\beta_0} C^{\beta_1} K^{\beta_2} S^{\beta_3} L^{\beta_4}, \quad (2.1)$$

где

- Q – выпуск;
- C – компьютерный капитал;
- K – прочий капитал;
- S – труд в ИТ-службе;

L – прочий труд и иные расходы, включая в том числе и все материальные затраты;

β_0 – псевдопеременная, характеризующая год и отрасль;

β_1 – β_4 – эластичность выпуска по соответствующей переменной.

Производственная функция (2.1) оценивается в логарифмах, кроме того, добавляются псевдопеременные, характеризующие год и отрасль. В результате получается система из 5 уравнений следующего вида:

$$\ln Q_{it} = \beta_t + \beta_j + \beta_1 \ln C_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 \ln S_{it} + \beta_4 \ln L_{it} + \varepsilon_t, \quad (2.2)$$

где

Q, C, K, S, L, β_1 – β_4 имеют тот же смысл, что и в уравнении (2.1);

$\beta_t = 87, \dots, 91$ – индекс года;

β_j – индекс отрасли;

ε_t – случайная ошибка для года t .

Исходя из числа лет наблюдений, в системе 5 уравнений. Оценка этих уравнений проводилась методом ISUR⁴⁴, 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 [IDC, 1991].

Компьютерный капитал был рассчитан на основании данных обзора IDC как сумма рыночной стоимости центральных процессоров (т.е. мейнфреймов и серверов) и персональных компьютеров (ПК) и терминалов. Стоимость первых была получена непосредственно из обзора ITG, тогда как стоимость вторых – перемножением числа ПК и терминалов на средневзвешенные цены последних. Следует отметить, что данная оценка не включала в себя ни коммуникационного оборудования, ни программного обеспечения. Компьютерный капитал был приведен к ценам 1987 г. на основе расчетов [Gordon, 1993].

⁴⁴ ISUR – Iterated Seemingly Unrelated Regressions, итеративная оценка системы слабо связанных регрессионных уравнений.

Прочий капитал был рассчитан на основании базы Compustat как показатель Совокупная собственность, заводы и оборудование с учетом амортизации. Капитал был приведен к ценам 1987 г. на основании общеупотребительного дефлятора инвестиций в основной капитал, из полученной величины был вычтен компьютерный капитал.

Данные по труду в ИТ-службе были получены из обзора [IDC, 1991], для приведения к ценам 1987 г. был использован дефлятор заработной платы в частном секторе. Данные по прочим расходам были рассчитаны как сумма текущих непроцентных расходов фирм из базы данных Compustat, в качестве дефлятора был взят индекс цен производителей. Из полученной величины в ценах 1987 г. были вычтены расходы на труд в ИТ-службе. Наконец, в качестве выпуска была взята выручка фирмы в ценах 1987 г.

Расчеты авторов привели к следующим результатам.

1. Эластичность выпуска по компьютерному капиталу составила 0,0169. С учетом того, что компьютерный капитал составляет в среднем примерно 2% совокупного капитала фирмы, каждый доллар вложений в компьютерный капитал обеспечивает увеличение выпуска в среднем на 81% в год. Т-статистика составила 3,92, что означает значимость на 1%-ном 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%-ном 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%-ном 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 BEA⁴⁵ за 1987 г.), чистый

⁴⁵ BEA – Bureau of Economic Analysis, Бюро экономического анализа.

продукт последнего был оценен в 67%, по критерию χ^2 эта цифра значима на 1%-ном уровне. Исходя из консервативной оценки времени жизни компьютерного капитала в 3 года, чистый продукт последнего был оценен в 48% (значим на 5%-ном уровне). Проблему дополнительных расходов на компьютерный капитал, выходящих за рамки амортизации, авторы рассматривают на качественном уровне и не учитывают в своих количественных оценках.

5. Также представляет интерес отраслевой анализ чистого продукта компьютерного капитала. По результатам авторов, самой низкой (-212%) эта величина была в добывающей промышленности, в секторе транспорта и коммунальных услуг она была статистически незначима. Самый высокий чистый продукт компьютерного капитала наблюдался в производстве товаров краткосрочного пользования и в торговле.

Сравнивая свои результаты с предшествующими работами по данной теме, авторы выделяют следующие отличия.

1. В работе рассмотрен более поздний временной период 1987–1991 гг. За время, прошедшее с работ предшественников, компьютерный капитал в компаниях вырос примерно на порядок. Соответственно, в более ранних выборках эффект компьютерного капитала на выпуск был ничтожен и отследить его статистическими методами было невозможно.
2. Фирмы в более поздней выборке могли иметь существенно лучшие бизнес-процессы, соответствующие использованию компьютеров и обеспечивающие их эффективность.
3. В работе были использованы детальные данные уровня фирм, полученные для большой выборки. Это обеспечило как репрезентативность результатов, так и учет значительного разброса эффективности ИТ на уровне отдельных фирм. При более высоком уровне агрегирования этот разброс может затруднить обнаружение эффекта.

Таким образом, в работе [Brynjolfsson, Hitt, 1996] впервые были получены результаты, с высокой надежностью подтверждающие наличие экономического эффекта от использования ИТ.

В [Brynjolfsson, Hitt, 2003] авторы сосредоточились на анализе лагов между вложениями в ИТ и отдачей от этих вложений.

Производственная функция была близкой к предшествующей и включала в качестве параметров труд, компьютерный капитал и прочий капитал (сумма активов фирмы за вычетом компьютерного капитала):

$$Q = A(i, j, t) * K^{\beta_k} * L^{\beta_l} * C^{\beta_c} \quad (2.3)$$

или, в логарифмах,

$$q = a(i, j, t) + \beta_k k + \beta_l l + \beta_c c, \quad (2.4),$$

где

K , L и C – обычный капитал, труд и компьютерный капитал соответственно, k , l и c – их логарифмы,

β_k , β_l и β_c – степенные коэффициенты при этих переменных,

i – индекс фирмы,

j – индекс отрасли,

t – индекс времени (тренд выпуска).

$A(i, j, t)$ – переменная, характеризующая неучтенные факторы производства, такие как вложения в комплементарные активы (см. следующий раздел),

$a(i, j, t)$ – ее логарифм.

В данной работе авторы оценивают не абсолютные значения выпуска и затрат ресурсов, а их приросты за различные периоды времени, от 1 до 7 лет. Преобразовывая уравнение (2.4), авторы приходят к оценке системы из двух разностных уравнений, для капитала и труда.

Данные о выпуске фирмы (выручка), «некомпьютерном» капитале и труде были получены из базы данных Compustat. Данные по компьютерному капиталу были получены из базы СИ (Computer Intelligence Infocorp), содержащей ежегодные данные по компьютерному оборудованию в 25 000 подразделений 1000 американских фирм. Массив данных СИ включает в себя серверы, рабочие станции и периферийное оборудование, но не включает программное обеспечение и коммуникационное оборудование. Компьютерный капитал в данной работе рассматривается именно в этой весьма узкой трактовке.

Расчеты на выборке 527 крупных фирм (15% ВВП США) показывают статистически значимые коэффициенты регрессии при компьютерном капитале для любого интервала времени

[Brynjolfsson, Hitt, 2003]. Интересно, что с ростом интервала времени коэффициент при компьютерном капитале устойчиво возрастает. Это косвенное подтверждение того, что экономический эффект от использования ИТ наступает с лагом в несколько лет, что соответствует гипотезе об ИТ как технологии общего назначения.

Таким образом, в данной работе, а также в целом ряде других эмпирически подтверждается положительное влияние компьютерного капитала на выпуск фирмы. Также в общих чертах устанавливается отраслевое распределение эффективности ИТ и наличие лаговых между вложениями в компьютерный капитал и появлением результатов. В то же время недостатком подхода производственной функции можно назвать большие трудности в выявлении механизмов обеспечения эффективности ИТ и количественной оценки последних. Методы изучения этих механизмов мы рассмотрим в последующих разделах.

ИТ как технология общего назначения

Существенным продвижением в понимании проблемы производительности ИТ стало понятие технологии общего назначения. Идею технологии общего назначения⁴⁶ (в оригинале – механизм общего назначения⁴⁷) выдвинул Пол Дэвид в работе [David, 1990]. Идея объясняет, почему инвестиции в компьютеры и, шире, в информационные технологии не приносят немедленной отдачи в виде роста производительности. Суть идеи в следующем: каждой технологии общего назначения соответствует свой «технико-экономический режим»⁴⁸, включающий в себя:

- 1) физические сети с мощными сетевыми внешними эффектами⁴⁹ (электрическая сеть, сеть передачи данных);
- 2) развитая сеть комплементарных продуктов (турбины, двигатели переменного тока, трансформаторы для электричества,

⁴⁶ Англ. General Purpose Technology, GPT.

⁴⁷ Англ. General Purpose Engine.

⁴⁸ Так у Пола Дэвида – techno-economic regime.

⁴⁹ Полностью – положительный внешний эффект сети, который состоит в том, что при прочих равных условиях сеть тем ценнее для отдельного пользователя, чем больше других пользователей в этой сети.

программное обеспечение, интернет-технологии, мобильные устройства для ИТ);

3) постепенные усовершенствования технологии.

Именно необходимость построения новых физических сетей и инвестиций в широкий спектр комплементарных продуктов стали главным тормозом внедрения новых технологий как в случае электричества, так и в случае ИТ. Эта проблема требовала времени, а также крупных инвестиций, включавших в себя и создание совершенно новых, по-новому спланированных фабричных сайтов. В результате как широкое внедрение новой технологии, так и эффект от него запаздывали. Так, согласно [David, 1990], быстрое распространение электрификации началось лишь со времени войны 1914–18 гг., после того как резко упали тарифы на электроэнергию и установленные мощности централизованных электростанций превысили установленные мощности непосредственно на промышленных предприятиях. Рост производительности в связи с электрификацией начался еще позже, с начала 1920-х гг.

Важным тормозом электрификации длительное время была низкая прибыльность инвестиций в электрификацию, неизбежная в условиях отсутствия необходимых физических сетей и других комплементарных компонентов технико-экономического режима. Соответственно, лидерами электрификации на первых порах стали новые, быстро растущие отрасли – табачная, производство транспортного оборудования, городской транспорт, сама электротехническая отрасль, – именно в них можно было «с чистого листа» создать новые предприятия, соответствующие последним рекомендациям инженерной мысли. Выгоды от электрификации также существенно менялись на протяжении 1890–1920-х гг., от экономии основного капитала на сложной и дорогой трансмиссии до повышения гибкости производства благодаря простоте изменения потока сырья и материалов внутри завода. До начала электрификации последнюю группу выгод не предвидели даже активные ее сторонники.

Таким образом, работа [David, 1990] показала целый ряд проблем внедрения и использования ИТ, не отмеченных предшественниками. В то же время предложенный П. Дэвидом описательный подход был мало пригоден для практической проверки гипотезы «технологии общего назначения».

В середине 90-х гг. подход технологии общего назначения широко распространяется в исследованиях ИТ и становится значительно более операциональным. Это было достигнуто, во-первых, рассмотрением ИТ-системы нескольких тесно связанных технологий с разными механизмами адаптации [Bresnahan, Greenstein, 2001]. В частности, [Bresnahan et al., 1995] продемонстрировали, что производство полупроводников тоже можно рассматривать как технологию общего назначения, отличающуюся широким распространением, внутренним потенциалом технических улучшений и инновационными комплементарными благами [Bresnahan et al., 1995, p. 83]. Во-вторых, было проведено четкое различие между изобретением и со-изобретением (англ. co-invention). К первому относилось создание и развитие технологии как таковой, ко второму – изобретение новых применений технологии, включая необходимые для этого изменения в бизнесе и организации [Bresnahan, 2002]. Этот процесс имеет свои издержки, величина которых влияет на скорость распространения новой технологии. В [Bresnahan et al., 1996] демонстрируется эмпирическая оценка влияния издержек со-изобретения на примере внедрения технологии клиент–сервер. В этой работе автор рассматривает значительный лаг между появлением на рынке технологии клиент–сервер и основные теории, объясняющие этот лаг:

- внедрение клиент-серверных систем, исходя из соотношения выгод мейнфреймов и клиент-серверных платформ;
- внедрение клиент-серверных платформ, исходя из соотношения единичной мощности мейнфреймов и серверов;
- блокировка (англ. lock-in) пользователей мейнфреймов как главный тормоз внедрения клиент-серверных систем;
- зависимость внедрения клиент-серверных систем от сетевых эффектов в виде достаточного выбора приложений на данной платформе;
- негативное влияние ИТ-подразделений компаний, тормозящее внедрение;
- высокая степень специфичности приложений, работавших на мейнфреймах, которые длительное время не могли быть воспроизведены на клиент-серверной платформе;

- наконец, гипотеза авторов, объясняющая медленное внедрение клиент-серверной платформы высокими издержками со-изобретения.

В ходе исследования были получены серьезные эмпирические свидетельства в пользу гипотезы со-изобретения. Более того, авторы продемонстрировали, что раньше всех внедряли новую технологию фирмы, отличавшиеся не самыми высокими выгодами от ее использования, а самыми низкими издержками со-изобретения. Таким образом, с точки зрения авторов, издержки со-изобретения представляют собой основной барьер внедрению новой технологии.

В заключение следует отметить исключительный объем и качество исходных данных, на которых были проведены эмпирические тесты. Авторы располагали базой данных компании Computer Intelligence Infocorp (далее – СИ) по использованию крупных вычислительных систем американскими фирмами, включая оборудование, вид и производителя программного обеспечения, классификацию программного обеспечения на собственную разработку, продукт поставщика оборудования, продукт третьих фирм, продукт консультантов, показатели суммарной мощности оборудования различных категорий и т.д. Всего выборка авторов содержала более 14 000 фирм, из которых для расчетов использовались более 12 500. К сожалению, подобная выборка данных по российским предприятиям невозможна, т.к. эти данные в сколько-нибудь сравнимом масштабе никогда и никем не собирались. Сбор подобных данных, тем более исторических, в ходе опроса ИТ-руководителей и специалистов также не представляется возможным. На сегодня это исключает возможность проведения сходных исследований в условиях России.

Таким образом, работа Пола Дэвида впервые поставила на повестку дня вопрос о том, что ИТ как таковые совершенно недостаточны для получения экономических выгод. Необходим целый комплекс взаимосвязанных активов (комплементарные технологии, сети передачи данных, технико-экономический режим на предприятиях-пользователях), который создается на протяжении длительного времени. Последующие работы, прежде всего работы Т. Бреснаана, ввели в рассмотрение важное понятие «со-изобретение», характеризующее деятельность пользователей ИТ

по выявлению перспективных применений ИТ и проведению необходимых организационных преобразований. В свою очередь, со-изобретение позволяет фирмам-пользователям предъявлять значительно более развитые и четко сформулированные требования к разработчикам ИТ, что способствует прогрессу последних. Не менее важно, что авторам удалось разработать методы эмпирической проверки гипотез о со-изобретении, которые отсутствовали в модели Пола Дэвида. Таким образом, подход технологии общего назначения позволил перейти от «лобовых» оценок, соотносивших ИТ-бюджеты и производительность фирм, к оценке целого комплекса активов, создаваемых наряду с ИТ.

Анализ активов, комплементарных ИТ

В настоящее время магистральным направлением изучения экономики ИТ стало изучение комплекса комплементарных взаимосвязей между компьютерным капиталом, организационным капиталом и человеческим капиталом. Под организационным капиталом понимается «знание, используемое для сочетания навыков людей и физического капитала в системы, обеспечивающие производство и доставку продуктов, удовлетворяющих потребности клиентов» [Evenson, Westphal, 1995, p. 2237]. Человеческий капитал мы определим следующим образом. Под человеческим капиталом сотрудников фирмы мы будем понимать «совокупность знаний, умений, приобретенных способностей и социальных связей, используемых для профессиональной деятельности и получения конкурентных преимуществ» [Айвазян, Афанасьев, 2012]. Совокупность человеческих капиталов сотрудников, доступную для использования данной фирмой, мы будем называть человеческим капиталом фирмы. В [Макаров, Клейнер, 2007; Макаров, 2009] и ряде других работ человеческий капитал рассматривается как часть интеллектуального капитала. Этот более широкий контекст выходит за рамки настоящей работы. Модели распространения знаний (см. обзор в [Макаров, 2009]) обычно далеко выходят за границы отдельной фирмы, а также и за границы бизнеса, включая сюда, например, фундаментальные исследования. Между тем в настоящей работе акцент сделан на координирующую роль ИТ внутри отдельной фирмы. Поэтому