

## НЕДООЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК: ПРИЧИНЫ И СЛЕДСТВИЯ

Н.М. СВЕТЛОВ

(ВИАПИ имени А.А. Никонова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ)

*В статье представлен обобщенный опыт, накопленный в ходе проводившихся автором эмпирических исследований и теоретического анализа информационных издержек. Главный вывод заключается в том, что информационные издержки систематически недооцениваются, ввиду чего высокая народнохозяйственная эффективность проектов цифровизации часто оказывается иллюзорной. В подтверждение вывода обосновывается закономерность возрастания удельных прямых информационных издержек по мере роста объема данных, собираемых хозяйствующим субъектом, и объясняется, почему микропроцессорные технологии не в состоянии переломить эту тенденцию. Не отрицая возможной пользы цифровизации, статья привлекает внимание к отдельным примерам ситуаций, когда недооценка информационных издержек или пренебрежение ими становятся причиной серьезных проблем. В их числе – отрицательные информационные экстерналии: принуждение поставщиков информации к безвозмездным информационным издержкам; ограниченная возможность применения сметного принципа оценки к прямым и особенно к альтернативным информационным издержкам; ограниченность конкурентной ниши информационно-консультационной службы АПК как посредника в выполнении проектов цифровизации; препятствия развитию операционного менеджмента на основе применения экономико-математических моделей (на примере полеводства), обусловленные непомерно высокими издержками сбора и представления данных. Анализ ситуаций сопровождается предложениями, потенциально способными смягчить проблему.*

**Ключевые слова:** *цифровизация, экстерналии, информационные потребности, информационно-консультационная служба, операционный менеджмент, инвестиционные проекты, сбор данных, представление данных.*

### Введение

Одна из характерных особенностей «чистой» экономической теории, восходящей к Л. Вальрасу и далее к Адаму Смиту, – представление о том, что информация общедоступна, что ее обретение, обработка и использование не связаны с существенными издержками. Замечательно, что такие представления сформировались задолго до появления современных вычислительных и телекоммуникационных технологий, радикально удешевивших *обработку и передачу* данных.

И в этом нет ничего удивительного, до появления компьютеров человечество ограничивалось теми объемами данных, которые в состоянии было *передать и обработать*. Такие объемы исчерпывались самыми доступными (по нынешним меркам) источниками данных, и затраты на *сбор* данных, нужных для управления и ведения бизнеса, в самом деле были, за рядом исключений, почти неощутимыми. Информационные технологии, основанные на микропроцессорной технике, сделали возможными *обработку и передачу* объемов данных, на порядки превосходящих объемы докомпьютерной эпохи. Эта возможность стимулирует хозяйствующих субъектов к тому, чтобы *добывать данные из все более затратных источников, поскольку более дешевые источники уже исчерпаны*. В связи с этими стимулами возник уникальный, не встречавшийся ранее и до сих

пор не описанный в научной литературе феномен, заключающийся в массовом формировании неформальных институций и формальных институтов, позволяющих сбросить издержки *сбора* данных с плеч тех агентов, которые получают выгоду от их использования, распределив их между огромным числом других агентов. О том, как конкретно это происходит, рассказывается в докладах [11, 12]. В результате данные оказываются почти бесплатными для их пользователей, что, как им кажется, неплохо согласуется с предпосылками «чистой» экономической теории. Вот почему проблематика информационных издержек, за исключением той их части, которая входит в состав транзакционных издержек, практически не находит места на страницах ведущих научных изданий. Однако то, что эти издержки не оплачиваются агентами, извлекающими колоссальные прибыли из «больших данных», отнюдь не является равносильным ситуации, когда таких издержек нет вовсе. Именно по их причине человечество беднее, чем могло бы быть, поскольку они вследствие распыления среди огромного множества агентов, как правило, не получают рыночной оценки, рыночный механизм согласования интересов не способен содействовать решению этой проблемы. Ситуация усугубляется тем, что попытки сформировать условия для рыночной оценки издержек сбора данных (в том числе намеченные в вышеуказанных двух докладах) создают новые информационные потребности и добавляют новые издержки сбора данных к ранее имевшимся.

Цели наших исследований: во-первых, систематизировать понятийный аппарат, чтобы вскрыть причины ошибочных стереотипов о характере влияния цифровых технологий на информационные издержки; во-вторых, определить сферу и границы конкурентных преимуществ информационно-консультационной службы АПК (далее – ИКС) в условиях, когда информационные издержки велики и имеют тенденцию роста; в-третьих, указать пределы совершенствования операционного менеджмента сельхозтоваропроизводителей (далее – СХТП), обусловленные растущими информационными издержками. Первые две цели имеют большое научно-практическое значение: они ведут к существенным уточнениям в методологии принятия решений, определяющих стратегию управления технологическим прогрессом в АПК, в сельском хозяйстве и землепользовании.

Теоретический анализ информационных издержек. Первые свидетельства о проявившемся интересе экономистов к информационным издержкам связаны с институциональной школой, с понятием транзакционных издержек (по Р. Коузу – «издержек пользования механизмом цен» [16]), в составе которых О. Вильямсон выделяет издержки приобретения информации (*information acquisition cost*) [21]. В работе Дж. Стиглера [18] показано, как видоизменяется представление о функционировании рынков в теоретической модели, принимающей во внимание издержки поиска и распространения информации о ценах, и дается объяснение причин, обуславливающих потенциально высокие уровни этих издержек. Более широкий подход к информационным издержкам представлен в работе [15], где собраны аргументы в пользу утверждения того, что их минимизация – достаточная причина для существования фирм, то есть оспорено стандартное для институциональной экономики положение о том, что организационная структура экономики определяется в первую очередь транзакционными издержками. Для наших исследований эта работа значима в том отношении, что ее доводы, построенные на тезисе о *неустраимо высоких затратах на обретение информации, необходимой для измерения эффективности производства*, получили научное признание.

В работе академика В.С. Немчинова [9], в целом оптимистичной в отношении перспектив сбора и обработки больших объемов управленческих данных, мимоходом отмечаются факторы, порождающие чрезмерные затраты на формирование экономической документации. А.М. Гатаулин включает информационные ресурсы в состав ресурсов, находящих отражение в себестоимости продукции [2]. Б.В. Лукьянов [7]

трактует понятие «информационные издержки» в духе альтернативной стоимости, понимая под ними упущенную выгоду, обусловленную неполной (в том числе полностью отсутствующей), недостоверной, неактуальной информацией. Заметим в связи с этим, что свойство уравнивания альтернативной стоимости блага и предельных издержек его производства (приобретения), свойственное рынкам совершенной конкуренции, следует с осторожностью распространять на информацию: ее рынок принципиально несовершенен. Однако когда речь идет не о конкретных данных, а об информационных ресурсах вообще, сам факт *устойчивого*, длительного сохранения поддающейся оценкам упущенной выгоды какого-либо хозяйственного субъекта, обусловленной вышеуказанными причинами, свидетельствует о том, что издержки обретения информационных ресурсов, нужных для восполнения упущенной выгоды, оцениваются *этим субъектом* выше, чем упущенная выгода.

На рисунке 1 представлена структура информационных издержек. Левая сторона баланса соответствует их трактовке [7], правая раскрывает структуру прямых информационных издержек. В частности, затраты на поиск источников информации (data acquisition costs) обычно упоминаются как составляющая часть транзакционных издержек [15, 17]. Затраты на обработку, передачу, хранение информации можно иначе назвать *информационно-технологическими издержками*. Эта составляющая изучена лучше других. Она распределяется между внутрифирменными транзакционными издержками, внешними транзакционными издержками и производственными издержками в пропорциях, обусловленных спецификой бизнеса. Слабее всего изучены затраты на сбор и представление информации. Под *представлением* данных понимается придание им формы, необходимой для их целевого использования. Примерами представления данных могут служить отчет о НИР, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.32–2017, заполненный избирательный бюллетень, заполненные в соответствии с инструкциями формы налоговой отчетности организации, выгрузка информации из базы данных в формате XML в соответствии с заданной XML-схемой. Характерный уровень затрат на сбор и представление данных отражает смета переписи населения [13]. В зависимости от особенностей объекта наблюдения или измерения размер таких затрат в расчете на единицу данных может существенно отличаться от уровня, характерного для переписей населения, как в меньшую, так и в большую сторону.



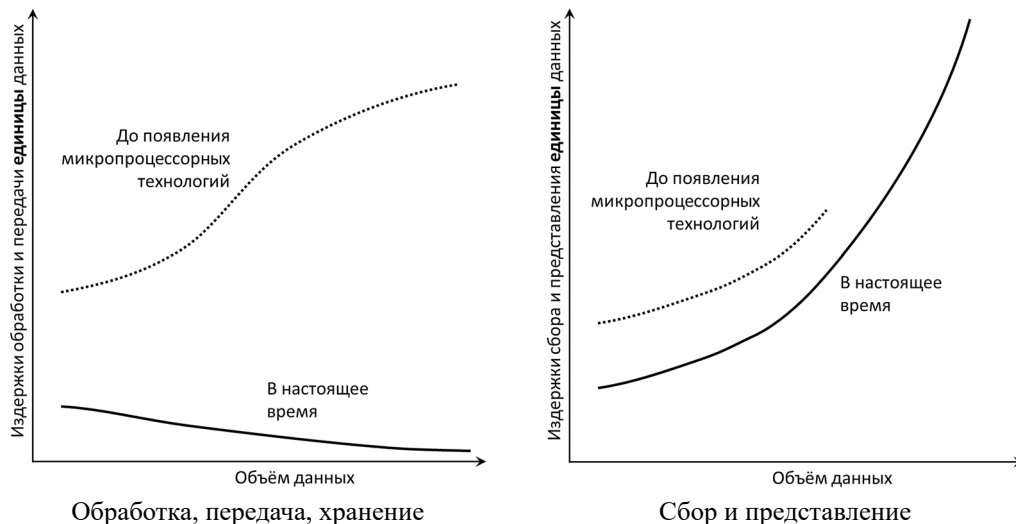
Рис. 1. Структура информационных издержек

Хозяйствующие субъекты, в том числе сельхозтоваропроизводители, несут как прямые, так и альтернативные информационные издержки. Если бы эти субъекты функционировали оптимально, то в тех случаях, когда прямые издержки больше альтернативных, выбор делался бы в пользу альтернативных издержек, то есть хозяйствующий субъект смирился бы с потерями по причинам, представленным на левой стороне (рис. 1). В противном случае выбор делался бы в пользу издержек, обусловленных процедурами, представленными на правой его стороне. На деле хозяйствующие субъекты не могут знать, какой выбор для них выгоднее, и принимают решения случайным образом. Лишь в тех случаях, когда применительно к конкретной *информационной потребности* [3] опыт выбора обоих вариантов уже накоплен и представлен в какой-то доступной хозяйствующему субъекту форме (например, в форме научной статьи или мнением эксперта), решение хозяйствующего субъекта может приближаться к оптимуму. Но такая ситуация нетипична для цифровой эпохи, когда информационные потребности постоянно изменяются по причине быстрого освоения новых технологий и столь же быстрой эволюции институциональной среды.

С цифровизацией, цифровыми технологиями часто связывается шанс на победу в конкурентной борьбе (по крайней мере, на некоторых рынках) для национальных экономик, относящихся ко второму эшелону по своим инвестиционным возможностям [8]. Чтобы оценить его трезво, необходимо понимать, как изменяются размеры компонентов прямых информационных издержек с ростом объемов данных, сопровождающих удовлетворение все более широкого спектра информационных потребностей.

Традиционно считается, что в условиях современных информационных технологий, основанных на микропроцессорной технике, издержки на обработку, передачу и хранение *единицы данных* с ростом объемов обрабатываемых данных сокращаются. Это мнение в целом подтверждается, например, характером ценообразования на услуги облачных сервисов. Но эту закономерность часто неправомерно обобщают на прямые информационные издержки в целом, что приводит к их недооценке. Отсюда возникает иллюзия якобы гарантированно высокой эффективности проектов, связанных с цифровизацией. На самом деле в одних случаях видимость эффективности, поддерживаемая историей успеха крупнейших игроков цифровой индустрии, обусловлена тем, что издержки сбора, и особенно представления данных, выводятся за рамки проектов цифровизации, поскольку малыми долями перекладываются на плечи тех, кто безвозмездно предоставляет данные для их использования в цифровых технологиях [11]. В других случаях это поддерживается тем, что почти весь входящий денежный поток от таких проектов концентрируется в руках немногих игроков, тогда как издержки распределены по многим [19]. Ответы на вопрос о том, каковы действительные закономерности формирования прямых информационных издержек, представлены на рисунке 2.

До эры микропроцессоров информационно-технологические издержки хозяйствующего субъекта в расчете на единицу данных (рис. 2, слева), как правило, растут с ростом объема обрабатываемых *полезных* данных, то есть данных, удовлетворяющих какую-либо информационную потребность. Вначале, пока на их обработку хватает специалистов с нужными способностями и навыками, темп прироста соответствующих удельных издержек низкий; затем, по мере вовлечения в этот процесс исполнителей с посредственными способностями, он возрастает; наконец, когда доля квалифицированных специалистов перестает играть существенную роль, снова снижается, оставаясь положительным. В эпоху микропроцессоров, как уже отмечалось, с ростом объемов обрабатываемых полезных данных удельные информационно-технологические издержки, как правило, сокращаются.



**Рис. 2.** Примерная форма зависимостей составляющих частей удельных прямых информационных издержек от объема полезных данных до цифровой революции и после нее

Иначе обстоит дело с затратами на сбор и представлением данных (рис. 2, справа). Здесь решающим фактором затрат становится доступность источников полезных данных: для каждой информационной потребности выбираются самые дешевые источники, обеспечивающие приемлемый уровень связанных с этой потребностью альтернативных информационных издержек. Рост объемов данных означает вовлечение все новых и все менее доступных источников, поэтому каждая следующая единица данных обходится дороже предыдущей. О росте издержек сбора и представления данных в информационно-сетевой экономике говорится в работе [5], где используется равнозначный термин «отбор данных». Несмотря на то, что микропроцессорные технологии способны снизить эти издержки (в одних случаях многократно, в других – на проценты), они не влияют на знак производной удельных издержек этой группы по объему собираемых данных. Рост не обязательно должен быть ускоряющимся, как это представлено на рисунке 2, но это не меняет сути дела: в отношении издержек сбора и представления данных эффект масштаба закономерно оказывается отрицательным вне зависимости от применяемых технологических решений.

Если с увеличением объемов собираемых данных растут *удельные* издержки их сбора и представления, тем быстрее растёт *общая сумма* этих издержек.

Кажущимся контрпримером служат данные, генерируемые интернетом вещей (IoT). Удельные издержки на их сбор практически не растут с ростом их объема, а удельные издержки представления могут даже сокращаться. Однако здесь следует принять во внимание два обстоятельства: во-первых, в таких случаях рост объемов данных не сопряжен с постоянным расширением перечня удовлетворяемых информационных потребностей; во-вторых, значительная доля собираемых данных – как правило, тем большая, чем больший объем данных собран, – вообще не удовлетворяет никаких информационных потребностей, то есть не является полезными данными. После установления этого факта такие данные попросту уничтожаются.

Большинство экспертных оценок прямых информационных издержек, используемых при анализе проектов цифровизации, пренебрегает издержками сбора и представления информации. Учитываются лишь информационно-технологические издержки, для которых в условиях микропроцессорных технологий характерен положительный эффект



масштаба. И если мнение политиков о заоблачной эффективности проектов цифровизации может быть основано на некритическом переносе этого факта, относящегося лишь к части прямых информационных издержек, на целое, то эксперты исключают из рассмотрения издержки сбора и представления информации по другой причине: эти издержки, как правило, и в самом деле не входят в состав отрицательных денежных потоков проектов цифровизации. Такие проекты обычно принуждают к этим издержкам поставщиков информации, мотивируя тем, что сопротивление обошлось бы еще дороже.

В итоге возникает разрыв между коммерческой и общественной (народнохозяйственной) [1] эффективностью проектов цифровизации. Существует угроза того, что многие такие проекты по мере их масштабирования, по мере роста объемов данных, которыми они оперируют, будут становиться все более эффективными в коммерческом отношении и все менее эффективными, вплоть до прямого ущерба, в понятиях экономической теории благосостояния.

Что касается того, как от объема полезных данных зависит размер удельных издержек их *поиска*, – этой зависимости не присуща общая закономерность. Она может быть как возрастающей, так и убывающей в зависимости от специфики информационной потребности. Однако какой бы ни была информационная потребность, график этой зависимости в цифровую эпоху лежит ниже, чем в отсутствие микропроцессорных технологий.

**Принципы оценивания информационных издержек.** Потребность в измерении информационных издержек возникает главным образом в связи с проектными расчетами. Не претендуя на полноту разработки этой проблемы, укажем принципы, которые могут помочь решению этой задачи в трудных случаях.

Если определен проект, направленный *исключительно* на удовлетворение некоторой конкретной информационной потребности, то альтернативные информационные издержки, связанные с этой информационной потребностью, в точности (по определению) равны разнице между положительными денежными потоками в ситуациях «с проектом» и «без проекта». На этом положении основан принцип определения альтернативных информационных издержек при помощи фиктивного проекта (то есть не предполагающего воплощение в жизнь), для которого строятся оценки (обычно интервальные) указанных положительных денежных потоков.

Построение денежных потоков для фиктивного проекта тоже не всегда возможно. Если их не удалось построить, то наличие ненулевых альтернативных информационных издержек не доказано.

Сами по себе альтернативные информационные издержки не используются для построения денежных потоков проекта, но они полезны, во-первых, при отборе альтернативных проектных решений и формировании концептуального облика проекта, во-вторых – в качестве основы для оценки прямых информационных издержек, если их сметная оценка невозможна или неполна.

Часть прямых информационных издержек обычно поддается сметной оценке, традиционной для анализа проектов. Это практически относится в полном объеме к информационно-технологическим издержкам, отчасти – к издержкам сбора и представления данных, но лишь в малой степени – к издержкам поиска данных. В случае, когда сметная оценка невозможна, поможет принцип отказа: если альтернативные издержки, связанные с интересующей нас информационной потребностью, измерены и их оптимистическая (нижняя) оценка не равна нулю, но хозяйствующий субъект, проинформированный об этой оценке, уверенно отклоняет фиктивный проект, предложенный для оценки альтернативных издержек, то, следовательно, оптимистическая (нижняя) оценка прямых информационных издержек удовлетворения данной потребности принимается равной оптимистической оценке альтернативных информационных издержек, связанных с отказом от удовлетворения этой потребности.

Если же хозяйствующий субъект принимает фиктивный проект, то следует различать две ситуации.

Если проект не порождает отрицательных информационных экстерналий, то есть не возлагает часть бремени прямых информационных издержек на других хозяйствующих субъектов, то, наоборот, пессимистическая (верхняя) оценка прямых информационных издержек удовлетворения данной потребности принимается равной оптимистической оценке соответствующих альтернативных информационных издержек. В противном случае тот же способ дает лишь пессимистическую оценку той части прямых информационных издержек, которая приходится на хозяйствующего субъекта, принявшего проект.

Особую проблему, очень сложную, но критически важную для правильной оценки проектов цифровизации, выполняемых при активной позиции государства, составляет оценка отрицательных информационных экстерналий. Часто вызывает затруднение даже выявление получателей этих экстерналий. Тем не менее принцип фиктивного проекта может оказаться плодотворным и здесь. Именно представление о размере экстерналий может дать разница между суммарными отрицательными денежными потоками двух фиктивных проектов, в одинаковой мере удовлетворяющих одну и ту же информационную потребность: проекта *A*, порождающего отрицательные информационные экстерналии, и проекта *B*, предусматривающего сбор и представление тех же самых данных, что и проект *A*, при полностью пассивной роли поставщиков данных, не являющихся бенефициарами проекта, – то есть в предположении о том, что поставщики не препятствуют, но и ничем не содействуют сбору и представлению данных. Такая оценка является скорее всего оценкой сверху, потому что поставщики данных во многих случаях способны выполнить сбор и представление данных эффективнее, чем сторонний агент (бенефициар проекта).

На вывод о коммерческой эффективности или неэффективности проекта, предусматривающего удовлетворение каких-либо информационных потребностей, данные об отрицательных информационных экстерналиях не влияют. Иначе обстоит дело с оценкой общественной (народнохозяйственной) эффективности проекта, то есть вызываемого проектом изменения совокупного общественного благосостояния. Положительным результатом такой оценки следовало бы обусловить любую форму поддержки проекта государством, а также зарубежными игроками. Более того, мониторинг общественной эффективности чисто коммерческих проектов, не претендующих на содействие государства, является ценным источником предложений по корректировкам нормативно-правовой базы, направленных на защиту общества от отрицательных экстерналий. Эта законотворческая деятельность не только удовлетворяет общественный запрос на справедливость, но, как учит нас экономическая теория благосостояния, содействует улучшению распределения ограниченных ресурсов между производственными процессами, повышению эффективности экономики, росту благосостояния.

**Конкурентная ниша информационно-консультационной службы АПК.** Рост удельных издержек на сбор и представление полезных данных с увеличением их объема предопределяет темп роста общей суммы прямых информационных издержек выше линейного. Это заставляет хозяйствующих субъектов отказываться от удовлетворения тех или иных информационных потребностей невзирая на кажущиеся заманчивыми перспективы цифровизации. Особенно острой эта проблема является для сельхозтоваропроизводителей, имеющих дело с биологическими системами, генерирующими, в силу своей сложности, колоссальные объемы потенциально ценных данных, способных указать пути повышения эффективности производственных процессов и повышения конкурентоспособности агробизнеса. До некоторой степени эту проблему способна смягчить ИКС, что в качестве эмпирического факта отмечалось ранее [10]. Покажем, в какой мере данная возможность согласуется с теорией информационных издержек.

Пусть имеется  $n$  сельхозтоваропроизводителей, имеющих одну и ту же информационную потребность, порождающую альтернативные информационные издержки в размерах  $a_i$ , где индекс  $i$  принимает значения от 1 до  $n$ . Здесь и далее подразумевается, что все стоимостные значения приведены к одному и тому же моменту времени при помощи дисконтирования. Прямые информационные издержки имеют размер  $d_i$ , причем  $d_i > a_i$  для каждого  $i$ . Следовательно, удовлетворять информационную потребность невыгодно.

Теперь рассмотрим учреждение ИКС, которое намерено освободить сельхозтоваропроизводителей от этой информационной потребности, поскольку предоставляет им обоснования вариантов управленческих решений в готовом виде в обмен на некоторое вознаграждение  $p_i$ , меньшее, чем  $a_i$ . В этом случае выигрыш сельхозпроизводителя-клиента  $i$  составляет  $a_i - p_i$ . Необходимость подготовки вариантов управленческих решений определяет информационную потребность учреждения ИКС, с которой связаны альтернативные информационные издержки в размере  $\check{p} = \sum_{i=1}^n p_i$ : упущенная выгода в отсутствие нужной информации равна упущенному вознаграждению. Спрашивается, может ли существовать проект, для которого прямые информационные издержки учреждения ИКС не превышают  $\check{p}$ . В некоторых случаях ответ может быть положительным невзирая на то, что, если исходить из сформулированных условий, заведомо имеет место  $\sum_{i=1}^n d_i > \check{p}$ . Причиной такого положения является *идемпотентность* [6] сложения издержек в информационных технологиях, когда меньшие издержки не прибавляются к большим, а поглощаются ими.

При решении задачи сбора и представления данных на базе многих сельхозтоваропроизводителей часть затрат на сбор и представление данных осуществляется единожды: прежде всего это разработка форм представления данных; разработка процедур сбора (наблюдения, измерения) данных и их представления в заданных формах; разработка оборудования для автоматизированного сбора данных (если это возможно).

В составе информационно-технологических издержек тоже возможна экономия за счет лицензирования некоторых инструментальных средств (программных продуктов) на одно юридическое лицо (учреждение ИКС) вместо каждого сельхозтоваропроизводителя.

Пусть в составе прямых информационных издержек  $d_i$  составляющие, допускающие идемпотентное сложение, имеют фиксированный размер  $f$ . Тогда ИКС, удовлетворяя свою информационную потребность, понесет в расчете на каждого своего клиента  $i$  издержки в размере  $(d_i - f)$ , а вовсе не  $d_i$ , как это имело место для информационной потребности самого клиента, и в дополнение к ним – фиксированные затраты в размере  $f$ . Отсюда нетрудно вывести условие, при выполнении которого ИКС способна эффективно содействовать цифровизации, преодолевая барьер, выражаемый условиями  $d_i > a_i$ . Исходя из вышеперечисленных условий, имеем

$$f + \sum_{i=1}^n (d_i - f) < \check{p} < \sum_{i=1}^n a_i < \sum_{i=1}^n d_i, \quad (1)$$

откуда

$$\sum_{i=1}^n (d_i - f) < \left( \sum_{i=1}^n d_i \right) - f. \quad (2)$$

Очевидно, что это условие истинно при  $i > 1$  и любом положительном  $f$ . Однако являясь необходимым условием осуществимости рассматриваемого консультационного проекта, оно недостаточно. Достаточное условие выражается неравенством

$$f + \sum_{i=1}^n (d_i - f) < \sum_{i=1}^n a_i. \quad (3)$$



Более того, если принять, что взаимодействие учреждения ИКС с клиентом сопровождается ненулевыми транзакционными издержками  $\tau$ , то из неравенства получаем более жесткое условие  $n\tau < (n-1)f$ . Если величина  $f$  слишком мала (меньше, чем  $\tau$ ), то идемпотентное сложение издержек вообще не дает преимуществ учреждению ИКС и проект цифровизации при посредничестве ИКС является неосуществимым. В противном случае проект становится выгодным, если, во-первых, число клиентов превосходит величину  $\frac{f}{(f-\tau)}$ , а во-вторых – выполняется условие  $n\tau + f + \sum_{i=1}^n (d_i - f) < \sum_{i=1}^n a_i$ . Таким образом, при ненулевых транзакционных издержках и достаточно высоких альтернативных информационных издержках клиентов возможности ИКС по содействию проектам цифровизации ограничиваются двумя факторами: слишком малой величиной идемпотентной составляющей прямых информационных издержек  $f$  либо слишком высокими транзакционными издержками  $\tau$ .

Серьезная преграда проектам цифровизации с участием ИКС – это проблема дефицита доверия на рынке информационно-консультационных услуг. В терминах транзакционных издержек она означает, что во взаимодействии ИКС с сельхозтоваропроизводителями ввиду дефицита доверия обыкновенно имеет место  $\tau > f$ . Согласятся ли российские сельхозтоваропроизводители на проект, понимая, что в его рамках учреждение ИКС собирает и обрабатывает такие данные об их бизнес-процессах, которые они сами не в состоянии ни собрать, ни обработать, даже если в результате ожидается выигрыш в размере  $a_i - p_i$ ? Возможно, но лишь в том случае, когда конкурентная борьба попросту не оставит им иного выбора: или цифровизация при посредничестве ИКС, или разорение.

Наличие потенциала для сотрудничества ИКС с сельхозтоваропроизводителями в осуществлении проектов цифровизации (пусть ограниченного, но все же существующего) отнюдь не означает, что характер зависимости удельных прямых информационных издержек от объемов данных изменится в сравнении с представленным на рисунке 2. В самом деле, рост издержек сбора и представления данных в наибольшей мере обусловлен ростом разности  $(d_i - f)$ , то есть той части прямых информационных издержек, суммирование которой не обладает свойством идемпотентности. Это неустранимый компонент информационных издержек, связанный с затратами живого человеческого труда; а каждая его единица получает тем более высокую рыночную оценку, чем большую долю человеческой жизни поглощает деятельность по сбору и представлению данных.

**Пределы развития операционного менеджмента.** Материал раздела основан на обобщении опыта внедрения математической модели [20] в практику операционного менеджмента полеводства. Эмпирическая работа проведена при выполнении НИР по теме «Разработка информационно-ресурсной цифровой платформы интеллектуального управления системами земледелия и землепользования на уровне хозяйствующего субъекта и региона для перехода к высокопродуктивному агрохозяйству нового технологического уклада» на материалах пяти хозяйств Тамбовской области. На основе собранных данных выполнено около 100 прогонов экономико-математической модели с целью выявления недостоверных исходных данных. Интерпретация, систематизация и обобщение результатов этой работы проведены для нужд другой НИР – по теме «Актуальные научные задачи стратегии адаптации потенциала землепользования России в современных условиях беспрецедентных вызовов (экономический кризис, изменения климата, кризис глобальных тенденций природопользования)». Инициатор проектов – Почвенный институт имени В.В. Докучаева. Один из их соисполнителей – ВИАПИ имени А.А. Никонова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ.

Анализ полученных решений математической модели показал, что значительная часть исходных данных, предоставленных обследованными хозяйствами для целей

составления модели, недостоверна. В частности, оказались систематически заниженными урожайность культур и выход продукции полеводства. Оценки условно-постоянных (зависящих от площади) и условно-переменных (зависящих от объема продукции) издержек специалисты обследованных предприятий предоставить не смогли, и они были заменены интервальными экспертными оценками, за основу которых взяты данные ежегодной статистической отчетности. Себестоимость единицы продукции оказалась завышенной. Не исключено также занижение в отдельных случаях данных о посевных площадях. Потребность в технике на единицу площади посевов каждой культуры оценена в разных хозяйствах разными способами, но ни в одном случае не использовались данные технологических карт, позволяющие получить наиболее достоверные оценки. Грубые оценки потребности в технике оказались непригодными для получения решений, пригодных для нужд операционного менеджмента – получены лишь отладочные решения, в том числе содействующие выявлению проблем сбора и представления данных. Из числа этих проблем выделим следующие.

1. Часть нужных данных имеется, но либо не зафиксирована на машинном носителе, либо зафиксирована, но так, что нужны большие трудозатраты для их преобразования в какой-либо формат, пригодный для дальнейшей машинной обработки. Пример – исходные данные для расчета потребности в технике на 1 га каждой культуры.

2. Имеющиеся данные первичного учета требуют дополнительной обработки. Пример такой ситуации: данные о внесении удобрений (в разрезе марок) могут быть выгружены в машиночитаемом виде, но, к сожалению, без связи с данными о содержании действующего вещества в удобрениях каждой марки.

3. Имеются различия между хозяйством как объектом учета затрат, как объектом учета продукции и как объектом учета выручки. Причины – динамичность современного сельскохозяйственного бизнеса, функционирование предприятий в условиях постоянных перемен, характерный для сельскохозяйственного производства разрыв во времени между финансированием затрат и поступлением выручки.

4. Источником проблем стала и сама модель [20]: в ней предполагается регрессионная зависимость урожайности каждой культуры от внесения удобрений, пренебрегающая законом Либиха, согласно которому урожайность ограничивается фактором, находящимся в минимуме.

Проведенный анализ показал, что эмпирический материал полевых опытов, обобщенный, в частности, в справочнике [14], достаточен для отклонения замысла регрессионной модели урожайности, но слишком скуден для построения более корректной модели зависимости урожайности культур (не говоря уже о сортах) от определяющих ее факторов, которая имела бы предопределяемую законом Либиха форму системы неравенств. Можно заключить, что удовлетворение выявленной информационной потребности требует принципиально иной схемы организации полевых опытов, чем практиковавшаяся прежде. Как минимум, должна быть предусмотрена дифференциация опытных делянок по большему числу признаков.

Итогом всех этих проблем стал вывод об отсутствии предпосылок применения модели оптимального планирования в контуре операционного управления полеводством. Характер и масштаб выявленных проблем дают общее представление о размерах прямых информационных издержек, которые пришлось бы понести для удовлетворения информационной потребности, порождаемой математической моделью. С учетом того, что размер альтернативных информационных издержек неизвестен (проведенные при помощи созданной модели расчеты не позволили его установить ввиду недостоверности исходных данных), проект цифровизации операционного менеджмента в полеводстве с использованием оптимизационной экономико-математической модели должен быть отклонен.

С уверенностью ответить на вопрос о том, разрешимы ли вышеперечисленные проблемы, нельзя, однако надежда небезосновательна, и вот почему.

Первая возможность решения этих проблем связана с использованием данных, полученных путем компьютерного распознавания аэрофотоснимков. Так можно установить фактическую площадь полей, параметры их состояния и использования в разные моменты времени включая виды на урожай, параметры выполнения технологических операций. Это, помимо закупки аппаратуры (в том числе специально разработанной для этой цели – например, выполняющей съемки в определенных диапазонах частот), требует дорогостоящих исследований: во-первых, по обучению нейросетей оцениванию требуемых параметров, во-вторых – по изучению качества получаемых оценок. Возможно, разработка таких технологий в будущем позволит окупить прямые информационные издержки снижением альтернативных.

Вторая возможность – обучение нейросетей распознаванию учетных и технологических данных (в особенности данных аналитического учета), представленных в произвольном формате (например, в блокноте агронома), и выбору из них показателей, удовлетворяющих заданную информационную потребность; восстановлению отсутствующих данных; корректировке недостоверных. Насколько это осуществимо и можно ли довести качество решения этой задачи до уровня практической пригодности – вопрос об этом остается открытым.

Третья возможность – оснащение инструментального средства, составляющего и решающего модель [20], дедуктивной подсистемой удовлетворения информационной потребности [4], основанной на формальном описании семантики подключенных источников данных и располагающей библиотекой правил преобразования семантик. Такая подсистема автоматически выстраивает известные ей правила преобразования в цепочки, связывающие подключенные источники данных с параметрами модели. В случае, если требуемая цепочка не существует, выдается рекомендация о том, какие ныне отсутствующие источники данных следует подключить в будущем. В число источников могут входить, в частности, массивы выходных данных, создаваемые нейросетями, распознающими аэрофотоснимки либо данные на бумажных носителях. Доля скепсиса в отношении этого пути связана с тем, что задача создания подходящей библиотеки правил может оказаться необъятной.

Четвертая возможность – снижение, насколько можно, информационной потребности самой модели путем использования не точечных, а интервальных оценок тех параметров, к которым оптимальный план малочувствителен, или освобождения ее от ограничений, которые с большой вероятностью окажутся выполнены с избытком. Работу по обнаружению таких ограничений также можно попробовать поручить специально обученной нейросети.

Пятая возможность – постановка новых опытов по изучению влияния факторов на урожайность сельскохозяйственных культур с учетом требований закона Либиха. В целях экономии затрат и перекрестной проверки результатов опыты должны проводиться не только на полях, но также в условиях лабораторий и с применением компьютерной имитации.

## **Выводы**

1. Современные микропроцессорные технологии не устраняют отрицательный эффект масштаба, возникающий вследствие роста удельных издержек сбора и представления данных с ростом объема этих данных. В этом отношении издержки сбора и представления данных коренным образом отличаются от информационно-технологических издержек, то есть издержек обработки, передачи и хранения данных.

Данная особенность издержек сбора и представления данных недостаточно изучена. Пренебрежение ею способно приводить к неоправданному оптимизму в отношении проектов, связанных с цифровизацией.

2. Проекты цифровизации народного хозяйства, его отраслей и хозяйствующих субъектов, а также иные проекты, критически зависящие от внедрения новых технологий, основанных на применении микропроцессоров и предполагающих существенное расширение информационных потребностей, обязательно должны становиться предметом экономического анализа проектов с позиций экономической теории благосостояния [1], если они выполняются при прямой или косвенной поддержке государства либо с международным участием. При невозможности такого анализа или его заведомой нецелесообразности (высокая трудоемкость, невозможность получения стоимостных оценок и т.п.), или его отрицательном результате государству следует отказаться от поддержки проекта и блокировать участие в нем зарубежных партнеров.

3. Отрицательные информационные экстерналии проектов цифровизации – возложение части прямых информационных издержек, в особенности издержек сбора и представления информации, на агентов, не являющихся бенефициарами этих проектов, приводят к тому, что влияние таких проектов на совокупное общественное благосостояние может оказаться негативным. Однако при принятии решений о политической и денежной поддержке проектов цифровизации отрицательные информационные экстерналии обычно не принимаются во внимание.

4. Введенные в статье принципы оценивания информационных издержек (принцип фиктивного проекта, принцип отказа от проекта) расширяют возможности анализа проектов цифровизации в тех случаях, когда сметный способ неприменим или не дает надежных оценок. Они дают, в том числе (при выполнении определенных условий), возможность составить представление о размере отрицательных информационных экстерналий.

5. Конкурентная ниша информационно-консультационной службы АПК как посредника в выполнении проектов цифровизации в интересах сельхозтоваропроизводителей, сталкивающихся с достаточно высокими альтернативными информационными издержками, определяется соотношением транзакционных издержек в расчете на одного клиента и идемпотентной составляющей прямых информационных издержек: второй параметр должен быть больше первого, а число клиентов должно превосходить второй параметр, отнесенный к разности между вторым и первым. В рамках этой конкурентной ниши посредничество ИКС сокращает прямые информационные издержки.

6. Развитие операционного менеджмента путем встраивания экономико-математических моделей в контур управления ограничивается высокими прямыми информационными издержками, необходимыми для удовлетворения возникающей информационной потребности. Оптимизм в отношении перспектив совершенствования операционного менеджмента благодаря цифровизации зиждется, как правило, на пренебрежении этими издержками. Научные исследования, направленные на их снижение, не обещают ни гарантированных, ни тем более скорых результатов. Их проведение может быть оправдано целями, относящимися к иным сферам приложения ожидаемых результатов.

### **Библиографический список**

1. *Виленский П.Л.* Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – 4-е изд. – М.: Изд-во «Дело» АНХ, – 1104 с.

2. *Гатаулин А.М.* О системном подходе к оценке экономической эффективности в АПК // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2006. – № 8. – С. 8–11.

3. *Землянский А.А.* Агропромышленный комплекс: вложения, информатизация. – М.: Изд-во МСХА, 1998. – 251 с.
4. *Землянский А.А.* Теоретические основы формализации линейного экономико-математического моделирования / А.А. Землянский, Н.М. Светлов // Современные информационные технологии в экономике / МЭСИ. – М., 1992. – С. 85–100.
5. *Коблова Ю.А.* Информационные издержки в информационно-сетевой экономике: новые тенденции динамики // Информационное общество. – 2014. – № 1. – С. 17–23.
6. *Козырев А.Н.* Моделирование НТП, упорядоченность и цифровая экономика // Экономика и математические методы. – 2011. – № 4. – С. 131–142.
7. *Лукьянов Б.В.* Информационные технологии в управлении производством животноводческой продукции. – М.: Изд-во «Русайнс», 2015. – 240 с.
8. *Медведев Д.А.* Россия-2024: стратегия социально-экономического развития // Вопросы экономики. – 2018. – № 10. – С. 5–28.
9. *Немчинов В.С.* Математику и электронику – на службу планированию // Академик В.С. Немчинов. Избранные произведения. – М.: Наука, 1967. – Т. 3. – С. 107–119.
10. Основы организации и функционирования информационно-консультационной службы в АПК: Монография / Отв. ред. В.М. Кошелев. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 1999. – 272 с.
11. *Светлов Н.М.* Темная сторона силы: негативные эффекты экономики больших данных // Кризисы нашего времени как вызовы обществу, культуре, человеку: Материалы XXIII Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2021. – С. 197–202.
12. *Светлов Н.М.* Экономическая кибернетика – научный фундамент цифровых технологий регулирования АПК / Н.М. Светлов, Г.Н. Светлова // Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения А.М. Гатаулина (22–23 декабря 2020 г.). – М.: ООО «Мегаполис», 2021. – С. 10–23.
13. *Фетисов В.Д.* Перепись населения России 2020 года – институционально-финансовый аспект / В.Д. Фетисов, Т.В. Фетисова // Финансы и кредит. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 272–295.
14. Эффективность отдельных видов минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры для почв Российской Федерации: Нормативы. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 388 с.
15. *Alchian A.A.* Production, Information Costs, and Economic Organization / A.A. Alchian, H. Demsttz // The American Economic Review. – 1972. – Vol. 62, № 5. – P. 777–795.
16. *Coase R.* The Nature of the Firm // *Economica*. – 1937. – Vol. 4 (16). – P. 386–405.
17. *Furubotn E.G.* General Equilibrium Models, Transaction Costs, and the Concept of Efficient Allocation in a Capitalist Economy // *Journal of Institutional and Theoretical Economics (JITE)*. – 1991. – Vol. 147, № 4. – P. 662–686.
18. *Stigler G.J.* The Economics of Information // *Journal of Political Economy*. – 1961. – Vol. 69, № 3. – P. 213–225.
19. *Svetlov N.* Can farmers earn from selling their data? A theoretical framework // SSRN. – 2021. – 5 p.
20. *Svetlov N.* Decision-making on the use of arable land considering the factors of field crops yield // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 176. – 6 p.
21. *Williamson O.E.* Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations // *The Journal of Law and Economics*. – 1979. – Vol. 22 (2). – P. 233–261.



# UNDERESTIMATION OF INFORMATION COSTS: CAUSES AND CONSEQUENCES

N.M. SVETLOV

(All-Russian institute of agrarian problems and informatics named after A.A. Nikonov)

*The article summarizes the experience gained in empirical research and theoretical analysis of information costs conducted by the author. The main conclusion is that information costs are systematically underestimated. That is why the high national economic efficiency of digitalization projects often turns out to be illusory. In support of the conclusion, it substantiates the regularity of the increase in per-unit direct information costs as the volume of data collected by an economic entity grows and explains why microprocessor technologies cannot reverse this trend. Without denying the possible benefits of digitalization, the article draws attention to selected examples of situations where underestimating or neglecting information costs cause serious problems. Among them are negative information externalities, i.e., forcing information providers to bear uncompensated information costs; limited ability to apply the cost accounting principle to assess direct and especially alternative information costs; the limited competitive niche of the agricultural extension service as an intermediary in the implementation of digitalization projects; obstacles to the improvement of operational management based on the use of economic mathematical models (using field cultivation as a case) due to the prohibitively high costs of collecting and presenting data. Case studies are accompanied by suggestions that can potentially mitigate the problem.*

**Key words:** digitalization; externalities; information demand; extension service; operating management; investment projects; data capture; data representation.

## References

1. Vilenskiy P.L., Livshits V.N., Smolyak S.A. Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov: Teoriya i praktika. 4-e izd. [Assessing the effectiveness of investment projects: Theory and practice. 4<sup>th</sup> ed.]. Moscow: Izd-vo "Delo" ANKH. 2002: 1104. (In Rus.)
2. Gataulin A.M. O sistemnom podkhode k otsenke ekonomicheskoy effektivnosti v APK [On a systematic approach to assessing economic efficiency in the agro-industrial sector]. Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy. 2006; 8: 8–11. (In Rus.)
3. Zemlyanskiy A.A. Agropromyshlenniy kompleks: vlozheniya, informatizatsiya [Agribusiness: investment, informatisation]. Moscow: Izd-vo MSKHA. 1998: 251. (In Rus.)
4. Zemlyanskiy A.A., Svetlov N.M. Teoreticheskie osnovy formalizatsii lineynogo ekonomiko-matematicheskogo modelirovaniya [Theoretical foundations for formalising linear economic and mathematical modeling]. Sovremennye informatsionnye tekhnologii v ekonomike. MESI. Moscow. 1992: 85–100. (In Rus.)
5. Koblova Yu.A. Informatsionnye izderzhki v informatsionno-setevoy ekonomike: novye tendentsii dinamiki [Information costs in the information network economy: New trends in dynamics]. Informatsionnoe obshchestvo. 2014; 1: 17–23. (In Rus.)
6. Kozyrev A.N. Modelirovanie NTP, uporyadochennost' i tsifrovaya ekonomika [Modelling STP, streamlining and the digital economy]. Ekonomika i matematicheskie metody. 2011; 4: 131–142. (In Rus.)
7. Luk'yanov B.V. Informatsionnye tekhnologii v upravlenii proizvodstvom zhi-votnovodcheskoy produktsii [Information technology in livestock production management]. Moscow: Izd-vo "Rusayns". 2015: 240. (In Rus.)

8. *Medvedev D.A.* Rossiya-2024: strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya [Russia 2024: a strategy for socio-economic development]. *Voprosy ekonomiki*. 2018; 10: 5–28. (In Rus.)
9. *Nemchinov V.S.* Matematiku i elektroniku – na sluzhbu planirovaniyu [Mathematics and electronics in the service of planning]. *Akademik V.S. Nemchinov. Izbrannye proizvedeniya*. Moscow: Nauka. 1967; 3: 107–119. (In Rus.)
10. *Koshelev V.M. et al.* Osnovy organizatsii i funktsionirovaniya informatsionno-konsul'tatsionnoy sluzhby v APK: monografiya [Fundamentals of organisation and functioning of the information and advisory service in the agro-industrial sector: a monograph]. Moscow: RGAU-MSKHA imeni K.A. Timiryazeva. 1999: 272. (In Rus.)
11. *Svetlov N.M.* Temnaya storona sily: negativnye efekty ekonomiki bol'shikh dannykh [Dark side of power: the negative effects of the big data economy]. *Krizisy nashego vremeni kak vyzov obshchestvu, kul'ture, cheloveku: Materialy XXIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ekaterinburg: Gumanitarniy universitet. 2021: 197–202. (In Rus.)
12. *Svetlov N.M., Svetlova G.N.* Ekonomicheskaya kibernetika – nauchnyy fundament tsifrovyykh tekhnologiy regulirovaniya APK [Economic cybernetics – the scientific basis for digital agribusiness regulation]. *Natsional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 85-letiyu so dnya rozhdeniya A.M. Gataulina*. Moscow: OOO “Megapolis”. 2021: 10–23. (In Rus.)
13. *Fetisov V.D., Fetisova T.V.* Perepis' naseleniya Rossii 2020 goda – institutsional'no-finansoviy aspekt [Russia's 2020 census – the institutional and financial dimension]. *Finansy i kredit*. 2021; 27 (2): 272–295. (In Rus.)
14. *Effektivnost' otdel'nykh vidov mineral'nykh udobreniy pod sel'skokhozyaystvennye kul'tury dlya pochv Rossiyskoy Federatsii (normativy)* [Effectiveness of Certain Types of Mineral Fertilizers for Crops for Soils of the Russian Federation (Norms)]. Moscow: FGNU “Rosinformagrotekh”. 2003: 388.
15. *Alchian A.A., Demsetz H.* Production, Information Costs, and Economic Organization. *The American Economic Review*. 1972; 62 (5): 77–795.
16. *Coase R.* The Nature of the Firm. *Economica*. 1937; 4 (16): 386–405.
17. *Furubotn E.G.* General Equilibrium Models, Transaction Costs, and the Concept of Efficient Allocation in a Capitalist Economy. *Journal of Institutional and Theoretical Economics (JITE)*. 1991; 147 (4): 662–686.
18. *Stigler G.J.* The Economics of Information. *Journal of Political Economy*. 1961; 69 (3): 213–225.
19. *Svetlov N.* Can farmers earn from selling their data? A theoretical framework. *SSRN*. 2021: 5.
20. *Svetlov N.* Decision-making on the use of arable land considering the factors of field crops yield. *E3S Web of Conferences*. 2020; 176: 6.
21. *Williamson O.E.* Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations. *The Journal of Law and Economics*. 1979; 22 (2): 233–261.

**Светлов Николай Михайлович**, главный научный сотрудник ВИАПИ имени А.А. Никонова – филиала ФГБУН ФНЦ ВНИИЭСХ (Москва), д-р экон. наук, профессор, член-корреспондент РАН; e-mail: svetlov@viapi.ru).

**Nikolay M. Svetlov**, DSc (Econ), Professor, RAS Corresponding Member, Chief Research Associate, All-Russian institute of agrarian problems and informatics named after A.A. Nikonov – branch of the FSBSI FRC VNIIESH (21 b.1 Bol'shoy Khariton'yevskiy lane, Moscow (107078 Russian Federation; E-mail svetlov@viapi.ru).