

# Недооценка информационных издержек: причины и следствия

Н.М. Светлов

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

В статье обобщён опыт, накопленный в ходе проводившихся автором эмпирических исследований и теоретического анализа информационных издержек. Главный вывод заключается в том, что информационные издержки систематически недооцениваются, из-за чего высокая народнохозяйственная эффективность проектов цифровизации часто оказывается иллюзорной. В подтверждение вывода обосновывается закономерность возрастания удельных прямых информационных издержек по мере роста объёма 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, где недооценка информационных издержек или пренебрежение ими становятся причиной серьёзных 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. Разбор ситуаций сопровождается предложениями, потенциально способными смягчить проблему.

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

## 1. Введение

Одна из характерных особенностей «чистой» экономической теории, восходящей к Л. Вальрасу и далее к Адаму Смиту, – представление о том, что информация общедоступна, что её 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.

Но если вдуматься, в этом нет ничего удивительного. До появления компьютеров человечество ограничивалось теми объёмами данных, которые в состоянии было *передать* и *обработать*. Такие объёмы 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 неощутимы. Информационные технологии, основанные на микропроцессорной технике, сделали возможными *об-*

*работку и передачу объёмов данных, на много порядков превосходящих объёмы докомпьютерной эпохи. Эта возможность стимулирует хозяйствующих субъектов к тому, чтобы добывать данные из всё более затратных источников, поскольку более дешёвые 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 трансакционных издержек – практически не находит места на страницах ведущих научных журналов.

Однако то, что эти издержки не оплачиваются агентами, извлекающими колоссальные прибыли из «больших данных», отнюдь не равносильно ситуации, когда таких издержек нет вовсе. Из-за них 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.

Данная статья направлена на три цели: 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 к росту; в-третьих, указать пределы совершенствования операционного менеджмента сельхозтоваропроизводителей (далее СХТП), обусловленные растущими информационными издержками. Вторая и третья цели имеют большое научно-практическое значение: они ведут к существенным уточнениям в методологии принятия решений, определяющих стратегию управления технологическим прогрессом в АПК, сельском хозяйстве и землепользовании.

## 2. Теоретический анализ информационных издержек

Вначале следует сориентировать читателя в отношении ранее полученных результатов, относящихся к предметной области статьи.

Первые свидетельства интереса экономистов к информационным издержкам связаны с институциональной школой, с понятием транзакционных издержек (в терминологии Р. Коуза – «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 даётся объяснение причинам, обуславливающим потенциально высокие уровни этих издержек. Более широкий подход к информационным издержкам представлен в работе [15], где собраны аргументы в пользу утверждения, 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 нашей темы эта работа значима в том отношении, что её доводы, построенные на тезисе о *неустранимо 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 объёмов управленческих данных, мимоходом отмечаются (с.117-118) факторы, порождающие чрезмерные затраты на формирование экономической документации. А.М. Гатаулин включает информационные ресурсы в состав ресурсов, находящихся 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: её рынок принципиально несовершенен. Однако когда речь идёт 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 информацион-

ных ресурсов, нужных для восполнения упущенной выгоды, оцениваются *этим субъектом* выше, чем упущенная выгода.

На рис. 1 представлена структура информационных издержек. Левая сторона баланса соответствует их трактовке в монографии [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. Хуже 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 отчёт о НИР, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.32-2017; заполненный избирательный бюллетень; заполненные в соответствии с инструкциями формы налоговой отчётности 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: см., например, [13]. В зависимости от особенностей объекта наблюдения или измерения размер таких затрат в расчёте 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 выгодней, 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 мнения 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. О таком шансе, в частности, идёт речь в статье [8]. Чтобы оценить его трезво, необходимо понимать, как изменяются размеры компонентов прямых информационных издержек с ростом объёмов данных, сопровождающим удовлетворение всё 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 объёмов 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 иллюзия якобы гарантированно высокой эффективности проектов, связанных с цифровизацией. На самом деле в одних случаях видимость эффективности, поддерживаемая историями 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 – тем, что почти весь входящий денежный по-

ток от таких проектов концентрируется в руках немногих игроков, тогда как издержки распределены по многим [19].

Каковы действительные закономерности формирования прямых информационных издержек? На этот вопрос отвечает рис. 2. До эры микропроцессоров информационно-технологические издержки хозяйствующего субъекта в расчёте на единицу данных (слева на рис. 2), как правило, растут с ростом объёма 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 перестаёт играть существенное значение, снова снижается, оставаясь положительным. В эпоху микропроцессоров, как уже отмечалось, с ростом объёмов обрабатываемых полезных данных удельные информационно-технологические издержки, как правило, сокращаются.

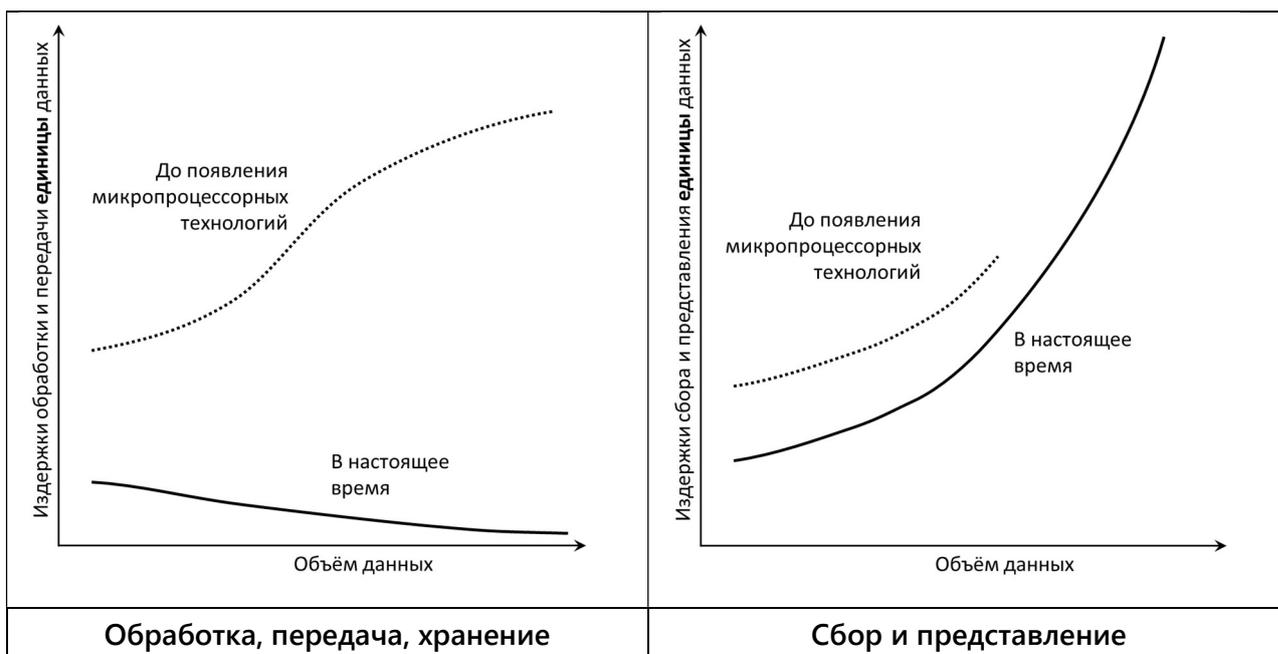


Рис. 2. Примерная форма зависимостей составляющих частей удельных прямых информационных издержек от объёма полезных данных до и после цифровой революции

Иначе обстоит дело с затратами на сбор и представление данных (справа на рис. 2). Здесь решающим фактором затрат становится доступность источников полезных данных: для каждой информационной потребности выбираются самые дешёвые источники, обеспечивающие приемлемый уровень связанных с этой потребностью альтернативных информационных издержек. Рост объёмов данных означает вовлечение всё новых, всё менее доступных источников. Поэтому каждая следующая единица данных обходится дороже предыдущей. О росте издержек сбора и представления данных в информационно-сетевой

экономике говорится в статье [5] (в ней используется равнозначный термин «отбор данных»). Хотя 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 объёму собираемых данных. Рост не обязательно должен быть ускоряющимся, как это представлено на рис. 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 объёмов собираемых данных растут *удельные* издержки их сбора и представления, то 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 объёма, а удельные издержки представления могут даже сокращаться. Однако здесь следует принять во внимание два обстоятельства: во-первых, в таких случаях рост объёмов данных не сопряжён с постоянным расширением перечня удовлетворяемых информационных потребностей; во-вторых, значительная доля собираемых данных – как правило, тем бóльшая, чем больший объём данных собран – вообще не удовлетворяет никаких информационных потребностей, то есть не является полезными данными. По установлению 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, пользуясь тем, что сопротивление обошлось бы ещё дороже.

В итоге возникает разрыв между коммерческой [1, п.9.2] и общественной (народнохозяйственной) [1, п.9.1] эффективностью проектов цифровизации. Существует угроза того, что многие такие проекты по мере их масштабирования, по мере роста объёмов данных, которыми они оперируют, будут становиться всё более эффективными в коммерческом отношении и всё менее эффективными, вплоть до прямого ущерба – в понятиях экономической теории благосостояния.

Что касается того, как от объёма 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.

### 3. Принципы оценивания информационных издержек

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

Если определён 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 поддаётся сметной оценке, традиционной для анализа проектов. Это практически в полном объёме относится 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 информа-

ционных 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 даёт нам 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.

#### 4. Конкурентная ниша информационно-консультационной службы АПК

Рост удельных издержек на сбор и представление полезных данных с увеличением их объёма 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 остра эта проблема для сельхозтоваропроизводителей, имеющих дело с биологическими системами, генерирующими, в силу своей сложности, колоссальные объёмы потенциально ценных данных, способных указать пути повышения эффективности производственных процессов и повышения конкурентоспособности агробизнеса. До некоторой степени эту проблему способна смягчить ИКС – в качестве эмпирического факта это ранее отмечалось в [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  $d_i$ , причём  $d_i > a_i$  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  $p_i$ , которое меньше, 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, исходя из сформулированных условий, заведомо имеет место  $\sum_{i=1}^n d_i >$

ŗ. Причиной такого положения дел, является *идемпотентность* [6] сложения издержек в информационных технологиях, когда меньшие издержки не прибавляются к бóльшим, 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 таковое возможно). В составе информационно-технологических издержек тоже возможна экономия за счёт 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, понесёт в расчёте 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

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

Очевидно, что это условие истинно при  $i > 1$  и любом положительном  $f$ . Однако, являясь необходимым условием осуществимости рассматриваемого консультационного проекта, оно не является достаточным. 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 (2) получаем более жёсткое условие  $n\tau < (n - 1)f$ . Если величина  $f$  слишком мала (меньше, чем  $\tau$ ), то идемпотентное сложение издержек вообще не даёт преимуществ учреждению ИКС и проект цифровизации при посредничестве ИКС неосуществим. 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 нену-

левых 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  $\tau$ .

Серьёзная 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 из-за 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  $a_i - p_i$ ? Может быть, и согласятся, 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 всё же существующего – отнюдь не означает, что характер зависимости удельных прямых информационных издержек от объёмов данных изменится в сравнении с представленным на рис. 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.

## 5. Пределы развития операционного менеджмента

Материал этого раздела основан на обобщении опыта внедрения математической модели, описанной в статье [20], в практику операционного менеджмента полеводства. Эмпирическая работа проведена при выполнении НИР на тему «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 прогнозов экономико-математической модели с целью выявления недостоверных исходных данных. Интерпретация, систематизация и обобщение результатов этой работы проведены

для нужд другой НИР – на тему «Актуальные научные задачи стратегии адаптации потенциала землепользования России в современных условиях беспрецедентных вызовов (экономический кризис, изменения климата, кризис глобальных тенденций природопользования)». Инициатор обоих проектов – Почвенный институт имени В.В. Докучаева.

Анализ полученных решений математической модели показал, что значительная часть исходных данных, предоставленных обследованными хозяйствами для целей составления модели, недостоверна. В частности, оказались систематически занижены урожайности культур и выход продукции полеводства. Оценки условно-постоянных (зависящих от площади) и условно-переменных (зависящих от объёма продукции) издержек специалисты обследованных предприятий предоставить не смогли, и они были заменены интервальными экспертными оценками, за основу которых взяты данные ежегодной статистической отчётности. Себестоимость единицы продукции оказалась завышена. 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 в наличии, 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 расчёта потребности в технике на 1 га каждой культуры.

2) Имеющиеся данные первичного учёта 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 учёта затрат, как объектом учёта продукции и как объектом учёта 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, которая прене-

брегает законом Либиха, согласно которому урожайность ограничивается фактором, находящимся в минимуме. Проведённый анализ показал, что эмпирический материал полевых опытов, обобщённый, 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 её 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. Учитывая, что размер альтернативных информационных издержек неизвестен – проведённые при помощи созданной модели расчёты не позволили его установить из-за недостоверности исходных данных, – проект цифровизации операционного менеджмента в полеводстве с использованием оптимизационной экономико-математической модели должен быть отклонён.

Разрешимы ли вышеперечисленные проблемы? С уверенностью ответить на этот вопрос нельзя, однако надежда небезосновательна, и вот почему.

Первая возможность их решения связана с использованием данных, полученных путём 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 съёмки в определённых диапазонах частот), требует дорогостоящих исследований, во-первых, по обучению нейросетей оцениванию требуемых параметров, а во-вторых, по изучению качества получаемых оценок. Позволит ли разработка таких технологий в будущем окупить прямые информационные издержки снижением альтернативных? Может быть.

Вторая возможность – обучение нейросетей распознаванию учётных и технологических данных (в особенности данных аналитического учёта), представленных в произвольном формате (например, в блокноте агронома), и выбору из них показателей, удовлетворяющих заданную информационную потребность; восстановлению отсутствующих дан-

ных; корректировке недостоверных. Насколько это осуществимо, можно ли довести качество решения этой задачи до уровня практической пригодности – вопрос открыт.

Третья – оснащение инструментального средства, составляющего и решающего модель [20], дедуктивной подсистемой удовлетворения информационной потребности [4], основанной на формальном описании семантики подключённых источников данных и располагающей библиотекой правил преобразования семантик. Такая подсистема автоматически выстраивает известные ей правила преобразования в цепочки, связывающие подключённые источники данных с параметрами модели. В случае, если требуемая цепочка не существует, выдаётся 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.

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

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

## **6. Выводы**

1) Современные микропроцессорные технологии не устраняют отрицательный эффект масштаба, возникающий вследствие роста удельных издержек сбора и представления данных с ростом объёма 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 эко-

номического анализа проектов с позиций экономической теории благосостояния, как это описывается в книге [1, п.9.1], если они выполняются при прямой или косвенной поддержке государства либо с международным участием. При невозможности такого анализа, или его заведомой нецелесообразности (высокая трудоёмкость, невозможность получения стоимостных оценок и т.п.), или его отрицательном результате государству следует отказаться от поддержки проекта и блокировать участие в нём зарубежных партнёров.

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 об политической и денежной поддержке проектов цифровизации отрицательные информационные экстерналии обычно не принимаются во внимание.

4) Введённые 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 даёт надёжных оценок. В том числе они дают (при выполнении определённых 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 расчёте на одного клиента и идемпотентной составляющей прямых информационных издержек: второй параметр должен быть больше первого, а число клиентов должно превосходить второй параметр, отнесённый к разности между вторым и первым. В рамках этой конкурентной ниши посредничество ИКС сокращает прямые информационные издержки.

6) Развитие операционного менеджмента путём 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., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика. 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., Светлов Н.М. Теоретические основы формализации линейного экономико-математического моделирования // 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. Тёмная сторона силы: негативные эффекты экономики больших данных // Кризисы нашего времени как вызов обществу, культуре, человеку: Материалы XXIII Международной научно-практической конференции. Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2021. С. 197-202.
12. Светлов Н.М., Светлова Г.Н. Экономическая кибернетика – научный фундамент цифровых технологий регулирования АПК // Национальная научно-практическая конференция, посвященная 85-летию со дня рождения А.М. Гатаулина (22-23 декабря 2020 г.). М.: ООО «Мегаполис», 2021. С. 10-23.
13. Фетисов В.Д., Фетисова Т.В. Перепись населения России 2020 года – институционально-финансовый аспект // 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., Demsetz H. Production, Information Costs, and Economic Organization // The American Economic Review. 1972. Vol. 62. No. 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. No. 4. P. 662-686.
18. Stigler G.J. The Economics of Information // Journal of Political Economy. 1961. Vol. 69. No. 3. P. 213-225.
19. Svetlov N. Can farmers earn from selling their data? A theoretical framework // SSRN. 2021. 5 p. DOI: 10.2139/ssrn.3768942.
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. DOI: 10.1051/e3sconf/202017604003

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.

Светлов Николай Михайлович, главный научный сотрудник ВИАПИ имени А.А. Никонова – филиала ФГБУН ФНИЦ ВНИИЭСХ (Москва), доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН. E-mail svetlov@viapi.ru

## **Underestimation of information costs. Causes and consequences.**

Prof. Dr. Nikolai M. Svetlov, chief researcher, All-Russian institute of agrarian problems and informatics – branch of the FSBSI FRC VNIIESH (Moscow, the Russian Federation), corresponding member of the Russian academy of sciences. E-mail svetlov@viapi.ru

The article summarizes the experience gained in the course of empirical research and theoretical analysis of information costs conducted by the author. The main conclusion is that information costs are systematically underestimated, which 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 are not able to 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.

**Keywords:** 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<sup>th</sup> edition. Moscow: Izd-vo «Delo» ANKh. 1104 p.
2. Gataulin A.M. O sistemnom podkhode k otsenke ekonomicheskoy effektivnosti v APK // Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy. 2006. №8. P. 8-11.
3. Zemlyanskiy A.A. Agropromyshlennyy kompleks: vlozheniya, informatizatsiya. Moscow: Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 1998. 251 p.
4. Zemlyanskiy A.A., Svetlov N.M. Teoreticheskie osnovy formalizatsii lineynogo ekonomiko-matematicheskogo modelirovaniya // Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii v ekonomike / MESI. Moscow, 1992. P. 85-100.
5. Koblova Yu.A. Informatsionnye izderzhki v informatsionno-setevoy ekonomike: novyye tendentsii dinamiki // Informatsionnoe obshchestvo. 2014. №1. P. 17-23.
6. Kozyrev A.N. Modelirovanie NTP, uporyadochennost' i tsifrovaya ekonomika // Ekonomika i matematicheskie metody. 2011. №4. P. 131-142.

7. Luk'yanov B.V. Informatsionnye tekhnologii v upravlenii proizvodstvom zhi-votnovodcheskoy produktsii. Moscow: Rusayns, 2015. 240 p.
8. Medvedev D.A. Rossiya-2024: strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya // Voprosy ekonomiki. 2018. №10. P. 5-28.
9. Nemchinov V.S. Matematiku i elektroniku – na sluzhbu planirovaniyu // Akademik V.S. Nemchinov. Izbrannye proizvedeniya. M.: Nauka, 1967. Vol. 3. P. 107-119.
10. Osnovy organizatsii i funktsionirovaniya informatsionno-konsul'tatsionnoy sluzhby v APK: monograph / Ed. by V.M. Koshelev. M.: RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 1999. 272 p.
11. Svetlov N.M. Temnaya storona sily: negativnye efekty ekonomiki bol'shikh dannyykh // Krizisy nashego vremeni kak vyzov obshchestvu, kul'ture, cheloveku: Materialy XXIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg: Gumanitarnyy uni-versitet, 2021. P. 197-202.
12. Svetlov N.M., Svetlova G.N. Ekonomicheskaya kibernetika – nauchnyy fundament tsifrovyykh tekhnologiy regulirovaniya APK // Natsional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 85-letiyu so dnya rozhdeniya A.M. Gataulina. Moscow: JSC Mega-polis, 2021. P. 10-23.
13. Fetisov V.D., Fetisova T.V. Perepis' naseleniya Rossii 2020 goda – institutsional'no-finansovyy aspekt // Finansy i kredit. 2021. Vol. 27. №2. P. 272-295.
14. Effektivnost' otdel'nykh vidov mineral'nykh udobreniy pod sel'skokhozyaystvennye kul'tury dlya pochv Rossiyskoy Federatsii (normativy). M.: FGNU Rosinformagrotekh, 2003. 388 p.
15. Alchian A.A., Demsetz H. Production, Information Costs, and Economic Organiza-tion // The American Economic Review. 1972. Vol. 62. No. 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 Econom-ics (JITE)*. 1991. Vol. 147. No. 4. P. 662-686.
18. Stigler G.J. The Economics of Information // *Journal of Political Economy*. 1961. Vol. 69. No. 3. P. 213-225.
19. Svetlov N. Can farmers earn from selling their data? A theoretical framework // SSRN. 2021. 5 p. DOI: 10.2139/ssrn.3768942.
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. DOI: 10.1051/e3sconf/202017604003
21. Williamson O.E. Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Rela-tions // *The Journal of Law and Economics*. 1979. Vol. 22(2). P. 233-261.