

УДК 339.944.2

## 1.10. Стоимостная оценка неторгуемого на рынке актива (программы для ЭВМ)

Неволин И.В., к.э.н., в.н.с. ЦЭМИ РАН, Москва

*В статье предлагается развитие метода стоимостной оценки программного обеспечения на основе модели дележа. Известные синергетические эффекты между данными (машиночитаемыми данными, базами данных) и средствами их обработки (программным обеспечением) естественным образом выражаются формализмом алгоритмической теории информации через количество извлекаемой информации. Каждый элемент многокомпонентного программного продукта – программный модуль или фрагмент данных – при этом получает стоимостную оценку, пропорциональную его среднему вкладу в извлечение дополнительной информации. Такая интерпретация приводит к новому взгляду на задачу стоимостной оценки программ для поддержки принятия решений. Собранные из программных модулей и наборов данных эти многокомпонентные продукты оказываются тем ценнее, чем больший вклад они вносят в принятие информированных решений. В статье даны примеры оценки программ по известной цене обрабатываемых данных, которые торгуются на рынке, а также при сопоставлении с конкурирующими процедурами для принятия решений.*

### Введение

Современные методы стоимостной оценки – и те, что приняты в профессиональной среде, и те, что развивает научное сообщество, – позволяют отвечать на вопросы о стоимости или о ценообразовании на программные продукты. Если говорить о профессиональной оценке, то известные методы доходного, рыночного (сравнительного) и затратного подходов позволяют получить оценку с опорой на денежный поток, на аналогичный по своему функционалу продукт или по затратам разработки [Козырев, Макаров, 2003]. Научное сообщество со своей стороны предлагает более широкий инструментарий, который включает равновесные модели [Капустина, 2011], оптимизационные методы построения ценового меню [Babaioff, Kleinberg, Leme, 2012; Неволин, Соколов, 2013].

Однако современные программные продукты опираются на множество охраняемых результатов: программных модулей и наборов данных, взаимодействие между которыми настроено определённым образом. В этой связи получаемые стоимостные оценки относятся к целому продукту, но не к отдельным компонентам. Многие компоненты – как программные, так и наборы данных – доступны к приобретению на ИТ-рынке. Наряду с ними конечный программный продукт включает в себя и собственные разработки производителя – фрагменты кода или данные, которые, с одной стороны, позволяют связать между собой готовые компоненты и, с другой стороны, являются отличительной характеристикой продукта. Эти разработки могут не предлагаться на открытом рынке, но представляют самостоятельную ценность. И с ними также может быть связана задача стоимостной оценки. Например, при идентификации собственной разработки в качестве нематериального актива и постановки на баланс, при расчёте суммы компенсации за нарушение исключительных прав. Для таких случаев существует техника, основанная на модели дележа – одного из разделов теории игр. Она находит своё приложение в стоимостной оценке инвестиционных проектов [Козырев, 2016], в ситуациях определения размера компенсации за нарушение исключительных прав [Костин, Неволин, 2023; Неволин, 2023]. Но применение модели дележа к программному продукту имеет свои особенности, которые могут оказать существенное влияние на получаемую оценку неторгуемой на рынке компоненты. Эта особенность связана с зависимостью между данными и программами для их обработки, а также ценностью, которую несут программные продукты для бизнеса. В этой связи цель работы состоит в том, чтобы обозначить нюансы сочетания между данными и компьютерными программами и формализовать процедуру обработки этих нюансов в контексте стоимостной оценки неторгуемых на рынке компонентов составного программного продукта. Для достижения поставленной цели используется модель дележа и привлекается алгоритмическая теория информации, которая естественным образом устанавливает связь между данными и компьютерными программами.

### Модель дележа в контексте алгоритмической теории информации

При стоимостной оценке программ и баз данных необходимо учитывать синергетические эффекты, которые реализуются благодаря их сочетанию. Интуитивно понятно, что программный комплекс с набором данных стоит больше, чем его компоненты. Хорошим примером здесь могут служить системы искусственного интеллекта. Одна нейронная сеть мало пригодна для принятия решений. Также и размеченный набор данных – массив в миллионы записей мало полезен в качестве составного произведения (к ним в законодательстве приравниваются базы данных). Однако при их соединении получается полезный инструмент классификации. Пример с нейронной сетью демонстрирует сочетание торгуемого на рынке актива (датасетов – размеченных данных) с частным продуктом (разработанной системой искусственного интеллекта для внутреннего использования). И этот пример позволяет сформулировать тезис о том, что ценность сочетания данных и программы тем выше, чем больше информации возможно извлечь

из строки, подающейся на вход системы – нейронной сети, за которой стоят процедуры обучения и обучающая выборка. Данный тезис можно проиллюстрировать в терминах колмогоровской сложности из алгоритмической теории информации. Для справки приведём здесь определение количества информации через колмогоровскую сложность, которая вовлекает понятие строки (данных) и программы, по публикации А.Н. Колмогорова [Колмогоров, 1965].

Пусть множество объектов  $X = \{x\}$  пронумеровано, и  $D = \{n(x)\}$  – множество двоичных последовательностей – номеров элементов  $x$ , представленных двоичной записью. При этом требуется взаимно однозначное соответствие между  $X$  и  $D$ . Функция  $l(x)$  обозначает длину последовательности  $n(x)$ . Предполагая  $l(n(x)) \leq l(x) + \text{const}$  на  $D \subset X$  и  $l(x, y) \leq C_x + l(y)$  при  $x \in X, y \in X$ , вводят понятие программы  $p$  и метода программирования  $\varphi(p, x) = y$ , ставящий в соответствие объект  $y$  программе  $p$  и объекту  $x$ .

Информацией при этом называется величина  $I_A(x: y) = K_A(y) - K_A(y|x)$ , где

$$K_A(y|x) = \begin{cases} \min_{A(p, x)=y} l(p) \\ \infty, \neg \exists p | A(p, x) = y \end{cases}.$$

Метод программирования  $A$  является «наилучшим» в том смысле, что любой другой метод связан с программой большей длины, т.е.  $K_A(y|x) \leq K_\varphi(y|x) + C_\varphi$ . Колмогоровская сложность  $K_A(y|x)$ , таким образом, является количественным выражением той степени, с которой сочетаются программа  $p$  и данные  $x$ . Существует также обобщение колмогоровской сложности на случай ограничения по ресурсам [Верещагин, Семёнов, Шень, 2023].

Актуальными сегодня также являются примеры CRM-система и платформы электронной коммерции. Программа для управления взаимоотношениями с клиентами (CRM, Customer Relationship Management) сама по себе является не более чем общей конструкцией/заготовкой/шаблоном для оцифровки общей логики взаимодействия с клиентами (также говорят «бизнес-процессов»). Её ценность (и, далее, стоимость) раскрывается только при объединении с полноценной базой данных конкретных клиентов, их истории покупок и взаимодействий, а также конкретного контекста пользователя этой программы. То же наблюдение справедливо для платформы интернет-магазина, но только если не касаться особенностей ведения бизнеса: правил наполнения каталогов, обслуживания логистики, системы лояльности и т.п. Изолированная механика интернет-магазина, воплощённая в программе, без базы данных о товарах может оцениваться практически по затратам разработчика.

Возможны случаи отклонения стоимости и в обратную сторону, которые также называют «уничтожением стоимости» или «эффектом каннибализма» [Козырев, Макаров, 2002]. Однако, как отмечается А.Н. Козыревым и В.Л. Макаровым, «от оценщика обычно требуют, чтобы стоимость целого была равна суммарной стоимости частей. В частности, это касается стоимости портфелей ИС и НМА, включающих программы и базы данных». Это требование ставит перед необходимостью решения проблемы методологического характера: необходимо разработать чёткое правило, которое позволяет корректно распределять стоимость портфеля интеллектуальных прав между его компонентами. Решение этой проблемы предложено в уже упомянутой работе [Козырев, Макаров, 2002], и оно состоит в использовании аппарата теории игр, а именно, Вектора Шепли. Следует кратко описать это решение для того, чтобы затем применить его к стоимостной оценке компьютерной программы – неторгуемого на рынке актива при известных ценах на данные.

Обращение к решению по Шепли в ситуации разделения стоимости портфеля интеллектуальных прав между его компонентами начинается с абстрагирования от конкретных свойств объектов в портфеле. Важными считаются только денежные потоки и вклады объектов в их генерацию. Все объекты нумеруются натуральными числами  $i$  от 1 до  $n$ , образуя множество элементов  $N = \{1, \dots, n\}$ . Предполагается, что подмножества элементов  $S \subseteq N$  (например, «только программа», «только база данных», «программа и база данных вместе») возможно рассчитать его стоимость  $v(S)$ . Это стоимость, которую генерирует использование выделенного набора объектов, при условии, что все остальные элементы из  $N$  исключаются из портфеля.

Функция  $v(S)$ ,  $S \subseteq N$ , где  $v(\emptyset) = 0$ , а  $v(N)$  – стоимость всего портфеля, называется *характеристической функцией игры*. Полный расчёт  $v(S)$  для всех возможных комбинаций объектов на практике чрезвычайно трудоёмок, но, как будет показано далее, это не всегда требуется, чему способствуют техники снижения размерности.

Решение по Шепли — это вектор  $\varphi[v] = (\varphi_1[v], \dots, \varphi_n[v])$ , который задаёт аддитивное распределение общей стоимости портфеля  $v(N)$  между  $n$  по известной неаддитивной функции  $v(S)$ ,  $S \subseteq N$ . Этот вектор удовлетворяя трём интуитивно понятным аксиомам:

S1 («аддитивность»): аддитивные оценки объектов, который вносят ощутимый вклад в ведение бизнеса, в совокупности равны интегральной оценке портфеля, или  $\sum_{i \in S} \varphi_i[v] = v(S)$ . Беспольные в коммерческом отношении объекты получают нулевую оценку.

S2 («независимость от перестановок»): Оценка объекта не должна зависеть от его порядкового номера в портфеле.

S3 («устойчивость к корректировке»): Если неаддитивная функция стоимости представима в виде суммы двух независимых вкладов  $(v + u)$ , то и компоненты Вектора Шепли должны характеризоваться соответствующим разложением:  $\varphi[v + u] = \varphi[v] + \varphi[u]$ . Это означает, что правило распределения устойчиво к корректировкам в правило стоимостной оценки объектов.

Этих аксиом достаточно для однозначного определения значений вектора  $\varphi[v]$ . Решение по Шепли записывается следующей формулой:

$$\varphi_i[v] = \sum_{T \subseteq S: i \in T} \frac{(n-t)!(t-1)!}{n!} [v(T) - v(T \setminus i)], \quad i = \overline{1, n},$$

где сумма берётся по всем подмножествам  $S$ , содержащим объект  $i$ ,  $t = |T|$  – количество объектов (размер) подмножества  $T$ ,  $n!$  – факториал числа  $n$  (произведение чисел от 1 до  $n$ ),  $T \setminus i$  – обозначение множества всех элементов  $T$  за исключением  $i$ .

Теперь представим ситуацию передачи информации в терминах алгоритмической теории информации и выразим стоимость неторгуемой на рынке программы через цену обрабатываемых данных. Предполагается, что продавец обладает частной информацией  $\omega$  о состоянии мира – сведениями об объекте (в оригинальной работе – характеристиками пользовательской аудитории, которые позволяют настроить контекстную рекламу). В свою очередь покупатель обладает частной информацией  $\theta$  о своём типе – о том, к какой группе потребителей он относится. При этом покупатель заинтересован в приобретении информации, поскольку она позволяет ему выбрать наилучшее действие  $a \in A$ , чтобы максимизировать полезность  $u(\theta, \omega, a)$ . Общим знанием считаются совместное вероятностное распределение  $\mu(\theta, \omega)$  случайных величин  $\theta$  и  $\omega$ , а также функция полезности  $u(\theta, \omega, a)$ . Продавец на информационном рынке определяет цены на данные (информирующие сигналы о состоянии рынка), оптимизируя свой ожидаемый доход [Babaioff, Kleinberg, Leme, 2012]. Результатом является ценовое меню: покупатель каждого типа платит свою цену за данные. При этом, однако, изымается потребительский излишек. Можно считать, что, следуя этой процедуре, устанавливаются цены на данные. В процедуре получения информации по Колмогорову участвуют сигнал об объекте (строка), сам объект (также строка) и программа. Как они соотносятся с товарами на рынке программных продуктов? Модельная ситуация предполагает, что продавец обладает некоторым набором данных (частной информацией) и различным типам потребителей посылает сигналы об этом наборе. Причём продавец может дифференцировать предпочтения относительно данного набора: разные срезы набора данных по-разному востребованы разными типами потребителей. Эти срезы и являются товарами, а сведения о составе этих срезов передаются потребителям в виде цен – информирующих сигналов. А именно: наблюдая цену  $t_\theta$ , потребитель типа  $\theta$  формирует апостериорные ожидания о получении ценности  $\sum_{q \in Q} v_\theta(q) x_\theta(q)$ , где  $q$  – апостериорная оценка вероятности сигнала  $\omega$ ,  $\omega$  – состояние мира (частный сигнал),  $x_\theta(q)$  – вероятность оценки  $q$ ,  $v_\theta(q)$  – ценность  $q$  для покупателя  $\theta$ . Следующий слой рынка программных продуктов – получение и обработка среза данных. Последний рассматривается как сигнал (строка) из определения Колмогорова. Потребитель каждого типа обрабатывает полученный срез данных доступным ему программным средством. Если потребитель типа  $\theta$  получает строку  $s$  и имеет в своём распоряжении программу  $\pi_\theta$ , реализующую метод программирования  $A(\pi_\theta, s)$ , то принятая им строка  $s$  характеризуется как объект колмогоровской сложности  $K^\theta(s)$ . Программы  $\pi_\theta$  могут рассматриваться в качестве активов, в то же время они являются товарами на рынке программных продуктов. Схему ценообразования на программы следует рассматривать с помощью модели, отличной от той, что представлена для случая торговли информацией. Дело в том, что аналогия с информирующими о функционале программы не вполне уместна. Её функционал можно продемонстрировать на имеющемся у покупателя наборе данных (именно для его обработки и приобретается программа), не передавая исполняемый код на его вычислительные мощности: операции можно выполнить на стороне продавца.

Если программа создана для обработки срезов данных конкретной структуры, её применимость ограничена. Заметим, что и данные имеют ценность только при наличии средств их обработки. Эти наблюдения естественным образом подводят рассуждения к формализации с использованием элементов кооперативной теории игр и распределения стоимости согласно решению по Шепли. Пусть для простоты существуют три программы  $\{\pi_1, \pi_2, \pi_3\}$  и один набор данных  $s$ , который сообщает некоторые сведения о состоянии мира  $\omega$  (как в модели из Подраздела 2.6). Различные программы, как говорилось, позволяют извлечь разное количество информации. Зададимся вопросом об оценке стоимости программы в использовании. Ответ на него даёт применение решения по Шепли – правило распределения стоимости между владельцами активов (программ и данных) при их совместной работе.

Если потребитель с программой типа  $\theta$  (программой  $\pi_\theta$ ) обрабатывает строку  $s$ , извлекаемая им полезность положительно зависит от получаемого количества информации  $I_\theta(s; \omega) = K(\omega) - K^\theta(s)$ , где  $K(\omega)$  – колмогоровская сложность объекта (состояния мира), одинаковая для всех потребителей. Считается, что данные приобретаются именно для того, чтобы повысить качество решения. Таким образом, «шум» или сведения с негативным эффектом исключаются из рассмотрения: оценка их полезности не является положительной с точки зрения покупателя. Положительная связь полезности и информации формально записывается выражением

$$u(\theta) = u(\theta, \omega, a) = u(I_\theta(s; \omega), a) = u(K(\omega) - K^\theta(s), a) = u(\theta, s).$$

Такая запись позволяет определить оценки  $V(Y) = V(s, \pi_\theta | \theta \in Y)$  наборов  $Y$  с данными и программами естественным образом. Поскольку колмогоровская сложность по определению включает строку и программу для её обработки, отсутствие любого из этих компонентов оставляет колмогоровскую сложность объекта  $\omega$  без изменений. Это учитывается при построении оценок  $V(Y)$  наборов  $Y$ .

Если в наборе  $Y$  отсутствуют программы, колмогоровская сложность объекта не меняется, новая информация не поступает, и оценка оказывается нулевой:

$$V(s) = u(\emptyset, s) = u(K(\omega) - K(\omega), a) = u(0, a) = 0,$$

где символ пустого множества иллюстрирует отсутствие программы для обработки данных. Без программы сложность объекта  $\omega$  остаётся постоянной независимо от переданных данных  $s$ , что соответствует отсутствию новой информации.

Ситуация нулевой оценки набора  $Y$  реализуется и в случае отсутствия данных:

$$V(\pi_\theta | \theta \in Y) = u(K(\omega) - K(\omega), a) = u(0, a) = 0.$$

Если в наборе  $Y$  потребителю доступны программы нескольких типов, то оценка набора определяется полезностью «наилучшей» из программ (той, которая позволяет получить наименьшую колмогоровскую сложность):

$$V(\omega, \pi_\theta | \theta \in Y) = \max_{\theta \in Y} u(\theta) = \max_{\theta \in Y} u(K(\omega) - K^\theta(s), a) = \max_{\theta \in Y} u(I_\theta(s; \omega), a).$$

Следует отметить, что в таком случае компоненты Вектора Шепли естественным образом интерпретируются через усреднение выигрыша потребителя в результате использования той или иной программы. Если принять нулевую оценку для пустого набора  $V(\emptyset) = 0$ , и записать компоненты Вектора Шепли:

$$\varphi_i = \sum_{Y: i \in Y} \frac{(n-y)!(y-1)!}{n!} [V(Y) - V(Y \setminus i)], i = \overline{1,4},$$

то разности в квадратных скобках для наборов с программами  $\pi_1$  и  $\pi_2$ , например, можно привести к выражению:

$$V(s, \pi_1, \pi_2) - V(s, \pi_2) = u(I_1(s; \omega), a) - u(I_2(s; \omega), a),$$

что фактически отражает дополнительную ценность потребителя от извлечения дополнительной информации в результате использования более совершенного (в смысле  $K^1(s) < K^2(s)$ ) программного обеспечения.

Если, например,  $u^*(1) = 1$ ,  $u^*(2) = 0,9$ ,  $u^*(3) = 0,8$ , то компоненты Вектора Шепли принимают значения  $\varphi_1 = 0,38$ ,  $\varphi_2 = 0,31$ ,  $\varphi_3 = 0,27$ ,  $\varphi_4 = 0,72$ . Если оценка данных складывается из всех индивидуальных платежей за доступ к ним, то  $\varphi_4 = t_1 + t_2 + t_3$ , и, исходя из денежной оценки, пропорциональным образом оценить стоимости программ, как  $(t_1 + t_2 + t_3) \cdot \varphi_\theta / \varphi_4$ ,  $\theta = \overline{1,4}$ . Именно многократное использование данных без ущерба для их качества позволяет выразить оценку программы через стоимость данных, которая зависит от ценового меню и числа покупателей (в данном примере – один покупатель на одно предложение из меню).

#### Многокомпонентный продукт

Стоимостная оценка неторгуемой на рынке программы может помещаться в другой контекст. Как и выше, несколько процедур могут обрабатывать один набор данных, приводя к разным реализациям полезности. Однако теперь привязка делается не к цене данных, а к альтернативной стоимости.

Рассмотрим пример многокомпонентного программного продукта, который создан для решения конкретной задачи и, возможно, для конкретного пользователя. Данные для работы этого продукта, однако, приобретаются с рынка. Для решения задачи профилактики анемии предложена схема сценарного анализа ситуаций и архитектура агентной модели [Машкова, Милкова, Неволин, 2020; Машкова и др., 2021]. Пусть регулятор находится в ситуации принятия решения о выработке мер профилактики анемии. Главным фактором при этом является продовольственный. Соответственно, возникает задача обеспечения населения сбалансированным питанием. В базовой постановке модели присутствуют агенты-потребители, агенты-производители и государство, которое устанавливает правила игры. Непосредственное регулирование производителей продовольствия (и норм потребления питательных веществ) косвенно влияют на динамику очагов заболеваний. Так, банкротство производителей того или иного продукта может создать определённый дефицит продовольствия нужного качества (при неспособности конкурентов нарастить сбыт для удовлетворения потребителей в прежней степени) и, как следствие, сместить баланс микроэлементов, поступающих в организм вместе с пищей. В простейшем случае предприятия на продовольственном рынке сталкиваются с конкуренцией за каналы сбыта (место на прилавках ограничено) и действуют в условиях ограничений – организационных (санитарные правила и налоговое законодательство) и естественных (природные закономерности выращивания продукции, её хранения и переработки). Граждане, в свою очередь, получают доход, участвуя на рынке труда, и часть имеющихся в распоряжении средств направляют на потребление продуктов питания. На уровне агентов-индивидов внимание уделяется диете. Последняя зависит от наличия продуктов, а также от моделей потребления: имеют значение кулинарные традиции, религиозные предпочтения, информация о здоровье питания и т.д. Показано, что окружение индивида, как и его доход, в значительной степени влияет на потребление [Kamphuis et al, 2006]. Следовательно, имея данные о ключевых параметрах агентов, можно формализовать динамику спроса.

Модель с дискретным временем реализует в общем случае следующую последовательность действий. Регулятор выпускает нормативные документы. В ответ остальные агенты следуют правилам производства и потребления товаров, чтобы максимизировать прибыль и удовлетворение от потребления продуктов. Со стороны предложения основными показателями являются цена, качество продуктов питания и количество производителей. Потребляя продукты питания, агенты-индивиды меняют свои состояния здоровья («больной» или «здоровый») в соответствии с функцией изменения состояния. Регулятор

делает ход лишь в начале моделирования, и далее агенты-предприятия взаимодействуют с агентами-индивидами в соответствии с принятыми правилами. Имея привязку агентов-предприятий и агентов-индивидов к Субъектам Федерации, пользователь может наблюдать динамику продовольственного сектора и распространённости анемии в региональном разрезе. Соответственно, меняя параметры расчёта, связанные с производством и потреблением продуктов питания, пользователь исследует сценарии развития ситуации. Причём с каждым сценарием связаны те или иные издержки на борьбу с распространённости заболевания [Mashkova et al, 2021].

Общая рамка модели диктует требования к данным об агентах, процедурам их сбора и обработки. Фокус на производстве и потреблении продуктов питания в контексте регионального распространения анемии позволяет выделить три основных блока данных: о производителе, о продуктах и о населении. Однако выборе направления разработки присутствует и нулевой этап, который обосновывает фокус на питании в вопросе профилактики. И этот этап предполагает обработку больших данных – массива изобретений. Патентные исследования показывают два принципиальных направления усилий: профилактика с помощью питания и применение лекарственных препаратов [Kaur et al, 2022]. Причём эти направления можно детализировать до конкретных изобретений. Этот результат получен применением патентной информационной системы (программное обеспечение 1 – ПО-1), настроенной поверх массива патентных документов (набор данных 1 – Д-1). С выбором конкретного направления – профилактики – возникает задача обеспечения населения сбалансированным рационом. Комплексная экономическая задача требует внимания к производству и распространению продовольствия, обеспечению его доступности населению. И принимаемые меры могут быть точечными – затрагивать группы производителей, группы поставщиков, группы населения. Взаимность влияний на продовольственном рынке подсказывает инструмент количественного анализа – агент-ориентированное моделирование. Разработанная модель (программное обеспечение 2 – ПО-2) оперирует данными о производстве, распространении и потреблении продуктов питания, данными о населении (набор данных 2 – Д-2). Однако агентная модель нуждается в правилах формирования сценариев и в функциях изменения состояний агентов-индивидов. Сценарии формируются в полуавтоматическом режиме. Из анализа нормативно-правовой базы известны основные документы, имеющие отношение к регулированию рынка продовольствия, и новые сценарии могут представлять из себя проекты правовых актов, которые вносят изменения в существующую базу. Фактически, речь идёт о том, что перечень параметров известен и зафиксирован действующими документами, а сценарии представляют собой значения этих параметров. Блок формирования сценариев дополняется модулем чтения и распознавания электронного документа, поиска значений и записи их в базу данных агентной модели. Этот модуль можно не выделять в качестве самостоятельного, а полностью атрибутировать его из агентной модели.

Функции изменения состояний агентов-индивидов получаются в результате анализа данных о социальном благополучии населения (набор данных 3 – Д-3) статистическими методами с помощью программных пакетов (программное обеспечение 3 – ПО-3). Это же относится и к группам риска. В разбираемом примере группы риска выявлены в результате исследования Д-3, но другого их среза. Это, однако, потребовало специальной процедуры валидации и привлечения дополнительных данных. В этой связи без ограничения общности можно считать, что задачи выявления и описания групп риска, а также построения функции изменения состояния могут решаться на разных наборах данных, и к ним заведомо применяются различные методы обработки. Поэтому можно считать, что группы риска выявляются по результатам обработки набора данных 4 (Д-4) программным обеспечением 4 (ПО-4).

Как видно, решение в модельной ситуации требует участия разных наборов данных и соответствующих им программных средств обработки. Продуктом – инструментом поддержки принятия решений – в этом случае становится агентная модель ПО-2, данные для которой Д-2 обновляются достаточно регулярно (в соответствии с целями моделирования). Следует обратить внимание на то, что агентная модель ПО-2 является результатом научного проекта, и разработчик – академический институт – не является её непосредственным пользователем. Программа помогает в анализе сценариев на этапе выработки политики регулятором. Он и является основным пользователем и потребителем продукта. При этом ПО-2 и Д-2 являются дополняющими друг друга продуктами. Набор данных Д-2 включает данные официальной статистики, выгрузку из системы СПАРК-интерфакс, реально наблюдаемые цены в розничных точках продаж, результаты наблюдений РЛМС. Доступ к ним оценивается по цене лицензий (на момент написания работы данные официальной статистики и результаты РЛМС доступны без оплаты). В то же время, результаты ПО-3, Д-3, ПО-4, Д-4 необходимы для корректной работы агентной модели. Именно в контексте этой тесной связи компонентов программных продуктов следует отвечать на вопрос о стоимости неторгуемого на рынке продукта ПО-2.

Далее рассматриваются две ситуации стоимостной оценки продукта ПО-2: первая предполагает использование продукта наряду с другими правилами принятия решений, вторая – использование продукта взамен других правил. Первая ситуация выглядит следующим образом. Регулятор использует три процедуры принятия решений: по результатам экспертной оценки, по результатам информирующего моделирования, по результатам моделирования с привлечением продукта ПО-2. Каждая процедура опирается на данные, сформированные наборами Д-2 (общие сведения об объекте) и Д-4 (группы риска). Данные Д-3 являются специфическими, могут обрабатываться только продуктом ПО-2 и совершенно бесполезны для процедур принятия решений, не предполагающих использование ПО-2. Ожидаемый

эффект от решения, основанного на экспертных оценках, принимается за единицу. Применение модельных расчётов позволяет уточнить видение ситуации и улучшить эффект на 10%. Это можно интерпретировать так: результатом применения вычислительных процедур является получение объектов меньшей колмогоровской сложности и, соответственно, извлечения большего количества информации – в раз- мере, достаточном для снижения ошибок принятия решений. Пусть по результатам каждой процедуры принятия решений регулятор воздействует на разные (не пересекающиеся) наборы параметров. Напри- мер, первая процедура может повлиять на изменение стандартов питания в общественных учреждениях (детских садах, школах и т.п.), вторая процедура – на величины налоговых льгот для производителей, третья процедура – на величину субсидий для обеспечения доступности сбалансированной диеты. Воз- никает вопрос: какой может быть стоимость продукта ПО-2, разработанного научной организацией, в таком контексте? Ответ на него может быть найден с привлечением теории дележей – разнесения сто- имости портфеля прав между его компонентами по схеме вычисления Вектора Шепли.

В соответствии с процедурой поиска компонентов Вектора Шепли выделяются группы результатов: данные и программы для их обработки. В соответствии с методикой разбиения стоимости портфеля прав по отдельным компонентам следует обозначить эффекты «синергии» и «каннибализма». Последние можно исключить в случае рассмотрения не баз данных как таковых, а срезов данных. Действительно, на этапе согласования передаваемых наборов можно исключить дублирование полей, поступающих из разных источников. Сложнее обстоят дела в случае приобретения доступа к информационным систе- мам, поскольку они не предполагают фрагментированный доступ к данным. Например, данные офици- альной статистики могут пересекаться с данными СПАРК-интерфакс. Так, агрегирование компаний по выручке и отраслям в коммерческой системе не должно отличаться от выпуска отраслей по официаль- ной статистике. В общем случае, конечно, эта ситуация неразрешима, но каждый частный случай может быть исследован на предмет проявления эффекта «каннибализма» с учётом конкретных деталей. В рас- сматриваемом случае агентной модели случаи каннибализма не обнаруживаются, поскольку на коммер- ческой основе получен доступ к срезам данных, которые невозможно получить из открытых источников. И эти срезы не пересекаются между собой.

Эффект «синергии» просматривается совершенно чётко в связках «данные – программа для их обработки». Как показано выше, каждая такая связка решает свою задачу, и набор этих задач не пере- секается. Соответственно, «каннибализм» между такими связками не проявляет себя. Синергетические эффекты связок с результатами других проектов могут иметь место. Однако, поскольку в рассмотрении находится единственный проект – прогнозирование распространённости анемии в результате принятия тех или иных мер, – следует иметь в виду ненулевую оценку каждой связки «данные – программное обеспечение», предполагая экзогенность такой оценки.

Рассматриваемые объекты имеют одинаковую природу и, соответственно, не отличаются по силе правовой охраны. Все они участвуют в общем проекте, связанном с исследованием распространённости анемии, и группировка по участию в других проектах не прослеживается. Единственное, что учитывается в оценке, как сказано, ненулевые оценки каждой связки «данные – программное обеспечение». К назна- чению этих оценок и следует перейти, следуя процедуре поиска компонентов Вектора Шепли.

Для дальнейшего введём следующие обозначения:

1 – процедура уточнения сведений о ситуации для принятия информированного решения с исполь- зованием агентной модели (ПО-2);

2 – процедура уточнения сведений о ситуации для принятия информированного решения с привле- чением модельного инструментария, отличного от ПО-2;

3 – процедура уточнения сведений о ситуации для принятия информированного решения путём обработки экспертных оценок;

4 – набор данных для принятия информированного решения, включающий Д-2 и Д-4;

5 – набор данных для реализации функции изменения состояний агентов-индивидов Д-3.

Следует обратить внимание на то, что каждая из процедур 1-3 опирается на данные 4, и только данные 5 являются специфичными – их использует только процедура 1. Как сказано выше, принимается допущение о том, что моделирование улучшает ожидаемый эффект на 10%. Таким образом, для соче- тания {3,4}, принимая равенство {3,4}=1, можно получить {2,4}=1,1 и {1,4}=1,1. Последнее предполагает использование в агентной модели реальных данных для инициализации социально-экономических па- раметров, описывающих систему, но условные значения в функции изменения состояний. Сочетание {1,4,5}, как предполагается, приводит более адекватному моделированию, и поэтому {1,4,5}=1,2. Вновь обращаясь к фундаментальному положению о том, что данные без процедуры их обработки не имеют ценности, как и процедуры – без данных, можно констатировать, что список ненулевых наборов, исполь- зуемых для вычисления компонентов Вектора Шепли, довольно ограничен.

Используя выражения для вычисления компонентов Вектора Шепли, можно получить:  $\varphi(1) = 0,13$ ,  $\varphi(2) = 0,10$ ,  $\varphi(3) = 0,08$ ,  $\varphi(4) = 0,85$ ,  $\varphi(5) = 0,04$ . Оценки показывают, что ПО-2 может оцениваться на 60% больше стоимости процедуры 3 или на 33% больше стоимости процедуры 2.

Вторая ситуация стоимостной оценки продукта ПО-2 предполагает другой контекст. С одной стороны, использование различных процедур для выработки мер, направленных на решение конкретной проблемы, может найти своё отражение в реальности, когда регулятор представляется разными ведомствами. Дей- ствительно, за нормирование рациона отвечает Роспотребнадзор, за налоговые льготы – Министерство

финансов России, за субсидии – Министерство труда и социальной политики России, Министерство экономического развития России, Пенсионный Фонд России (существуют варианты того, по какой линии выплачивать субсидии населению). И каждый орган вправе использовать те инструменты принятия решений, которые посчитает нужным. Обратимся, однако, к ситуации, когда решения принимаются согласованно, и для этого выбирается одна из трёх конкурирующих процедур. В этом случае решения 1, 2 и 3 являются конкурирующими, и каждое из них принимается с некоторой вероятностью. Аппарат для оценки компонентов Вектора Шепли с вероятностным образованием коалиций из имеющегося набора уже существует, и остаётся лишь назначить вероятности принятия той или иной процедуры. Предполагается, что процедура 3 (обработка экспертных оценок) уже используется регулятором, и ситуация предполагает варианты: оставить, как есть, выбрать процедуру 2, выбрать процедуру 3. Допуская инерцию в системе принятия решений, принимается вероятность сохранения процедуры 3 на уровне 0,5, переход на процедуру 2 – с вероятностью 0,25, переход на процедуру 3 – с вероятностью 0,25. Следует заметить, что полученная в результате стоимостная оценка процедур справедлива на дату оценки – на момент сохранения неопределённости в выборе той или иной процедуры для поддержки принятия решения.

Контекст выбора одной из процедур для поддержки принятия решений оставляет место для использования платформы рынка данных, речь о которой шла выше. Руководствуясь описанием доступных программных моделей, пользователь выбирает те из них, которые соответствуют стоящей перед ним задаче. Далее, имея набор вариантов (процедуры 1 и 2), пользователь находит данные для наполнения моделей. В описываемом случае предполагается, что процедура 1 нуждается в большем наборе данных (лучший результат достигается с реальной, а не модельной функцией изменения состояний), который также может быть найден посредством упомянутой платформы.

При тех же значениях оценок ненулевых наборов получаются невзвешенные на вероятность оценки  $\hat{\varphi}(1) = 0,58$ ,  $\hat{\varphi}(4) = 0,58$  в случае принятия процедуры 1,  $\hat{\varphi}(2) = 0,55$ ,  $\hat{\varphi}(4) = 0,55$  в случае принятия процедуры 2 и  $\hat{\varphi}(3) = 0,50$ ,  $\hat{\varphi}(4) = 0,50$  в случае принятия процедуры 3. И тогда взвешенные на вероятности исходов оценки принимают вид  $\varphi(1) = 0,15$ ,  $\varphi(2) = 0,14$ ,  $\varphi(3) = 0,25$ ,  $\varphi(4) = 0,53$ . Стоимость процедур 1 и 2 превышают стоимость процедуры на основе экспертной оценки лишь при значении  $p(3) = 0,35$  (в предположении равновероятных исходов для 1 и 2) со значениями  $\varphi(1) = 0,19$ ,  $\varphi(2) = 0,18$ ,  $\varphi(3) = 0,18$ ,  $\varphi(4) = 0,54$ .

### Заключение

Приобретая программный продукт, пользователи фактически получают некоторый набор программных библиотек и данных, соединение которых и обеспечивает предсказуемый результат. О стоимости готового продукта сказано много, но что можно сказать о стоимости его компонентов? Для их стоимостной оценки требуется выйти за рамки одного продукта и исследовать все варианты их использования. Оказывается, теоретико-игровой подход позволяет получить наиболее согласованные с теорией результаты. Параметризация через колмогоровскую сложность при этом не является необходимой, но оказывается полезной для иллюстрации разной степени востребованности программных функций одного и того же продукта в разных вариантах использования. Так, настроенная на обработку некоторого массива программа сможет обрабатывать данные и в «усечённом» виде. Обратное тоже верно: один и тот же массив данных может обрабатываться разными программами, приводя к разным результатам. При этом формализм алгоритмической теории информации вписывается в модель дележа, предлагая естественную интерпретацию математических выражений.

### Литература

1. Верещагин Н.К., Семёнов А.Л., Шень А.Х. Последнее открытие Колмогорова? (Колмогоров и алгоритмическая статистика), Теория вероятн. и ее примен., 2023, том 68, выпуск 4, 719–750
2. Капустина О.В. Моделирование ценообразования на рынке информационной продукции: специальность 08.00.13 "Математические и инструментальные методы экономики". Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Капустина Ольга Владимировна. – Москва, 2011. – 25 с.
3. Козырев А. Н. Оценка интеллектуальной собственности: Функциональный подход и математические методы / Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью «Издательские решения», 2016. – 350 с.
4. Козырев А. Н., Макаров В.Л. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности / Москва : РИЦ ГШ ВС РФ, 2003. – 368 с.
5. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия «количество информации». Проблемы передачи информации. Т.1, вып.1, сс.3-11
6. Костин А.В., Неволин И.В. Стоимость права использования товарного знака в составе группы средств индивидуализации // Цифровая экономика. – 2023. – № 3(24). – С. 23-28.
7. Машкова А.Л., Дрипта Р.Ч., Ришемжит К., Неволин И.В. Агент-ориентированная модель взаимосвязи доступности продуктов питания и динамики распространения анемии // Искусственные общества. – 2021. – Т. 16, № 1. – DOI 10.18254/S207751800013573-9.
8. Машкова А.Л., Милкова М.А., Неволин И.В. Система мониторинга заболеваний в региональном разрезе // Цифровая экономика. – 2020. – № 1(9). – С. 30-39. – DOI 10.34706/DE-2020-01-03.
9. Неволин И.В. Разделение стоимости портфеля прав на средства индивидуализации между его компонентами // Цифровая экономика. – 2023. – № 3(24). – С. 29-33.

10. Неволин И.В., Соколов Н.А. Назначение цен на информирующие сигналы при передаче ноу-хау // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 181-182.
11. Babaioff M., Kleinberg R., Leme R. P (2012): "Optimal Mechanisms for Selling Information", in Proceedings of the 13th ACM Conference on Electronic Commerce, EC '12, pp. 92-109.
12. Kamphuis C.B., Giskes K., de Bruijn G.J., Wendel-Vos W., Brug J., Van Lenthe F.J. Environmental determinants of fruit and vegetable consumption among adults: a systematic review // British journal of nutrition. – 2006. – Vol.96. – №4. – p.620-635.
13. Kaur R., Mishra S., Nevolin I.V., Roy Choudhury D., Singh M. Nutritional anemia: Patent landscape // World Patent Information. – 2022. – Vol. 70. – P. 102123. – DOI 10.1016/j.wpi.2022.102123.
14. Mashkova A.L., Dukhi N., Nevolin I.V., Savina O.A. Predictive assessment of the availability of a balanced diet for residents of Russian regions: an agent-based approach // Economic and social changes: facts, trends, forecast. 2021;14(6):107-25. DOI: 10.15838/esc.2021.6.78.6

### References in Cyrillics

1. Vereshhagin N.K., Semjonov A.L., Shen' A.H. Poslednee otkrytie Kolmogorova? (Kolmogorov i algoritmicheskaja statistika), Teorija verojatn. i ee primen., 2023, tom 68, vypusk 4, 719–750
2. Kapustina O.V. Modelirovanie cenoobrazovaniya na rynke informacionnoj produkcii: special'nost' 08.00.13 "Matematicheskie i instrumental'nye metody jekonomiki" : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomicheskikh nauk / Kapustina Ol'ga Vladimirovna. – Moskva, 2011. – 25 s.
3. Kozyrev A. N. Ocenka intellektual'noj sobstvennosti: Funkcional'nyj podhod i matematicheskie metody / Ekaterinburg: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju «Izdatel'skie reshenija», 2016. – 350 s.
4. Kozyrev A. N., Makarov V.L. Ocenka stoimosti nematerial'nyh aktivov i intellektual'noj sobstvennosti / Moskva : RIC GSh VS RF, 2003. – 368 s.
5. Kolmogorov A.N. Tri podhoda k opredeleniju ponjatija "kolichestvo informacii". Problemy peredachi informacii. T.1, vyp.1, ss.3-11
6. Kostin A.V., Nevolin I.V. Stoimost' prava ispol'zovaniya tovarnogo znaka v sostave gruppy sredstv individualizacii // Cifrovaja jekonomika. – 2023. – № 3(24). – S. 23-28.
7. Mashkova A.L., Dripta R.Ch., Rishemzhit K., Nevolin I.V. Agent-orientirovannaja model' vzaimosvjazi dostupnosti produktov pitaniya i dinamiki rasprostraneniya anemii // Iskusstvennye obshhestva. – 2021. – T. 16, № 1. – DOI 10.18254/S207751800013573-9.
8. Mashkova A.L., Milkova M.A., Nevolin I.V. Sistema monitoringa zabolevanij v regional'nom razreze // Cifrovaja jekonomika. – 2020. – № 1(9). – S. 30-39. – DOI 10.34706/DE-2020-01-03.
9. Nevolin I.V. Razdelenie stoimosti portfelja prav na sredstva individualizacii mezdu ego komponentami // Cifrovaja jekonomika. – 2023. – № 3(24). – S. 29-33.
10. Nevolin I.V., Sokolov N.A. Naznachenie cen na informirujushhie signaly pri peredache nou-hau // Obzrenie prikladnoj i promyshlennoj matematiki. – 2013. – Т. 20, № 2. – S. 181-182.

*Неволин Иван Викторович, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН (i.nevolin@cemi.rssi.ru)  
ORCID 0000-0002-8462-9011*

### Ключевые слова

стандарты оценки, программное обеспечение, теория информации, модель дележа, стоимость

### Ivan Nevolin. Valuation of a non-traded asset (software)

### Keywords

valuation standards, software, information theory, fair division, value

DOI: 10.34706/DE-2025-04-10

JEL classification: G7 – теория игр и теория переговоров, D46 – теория стоимости

### Abstract

This article develops a software valuation method based on fair division. The well-known synergistic effects between data (machine-readable data, databases) and the means of processing them (software) are naturally expressed through the amount of extracted information by the formalism of algorithmic information theory. Each part of a multi-component software product (a software module or a data) is valued proportionally to its average contribution to the revelation of additional information. This interpretation results in a new approach to the valuation of programs decision-making. Being assembled from software modules and datasets these multi-component products are the more valuable the greater their contribution to informed decision-making. The article provides examples of software valuation based on the known price of the processed data traded on the market, as well as comparisons with competing decision-making



## Памятка для авторов публикаций в журнале «Цифровая экономика»

В нашем журнале выполняются все требования Diamond-OA, включая отсутствие платы как со стороны авторов, так и со стороны читателей, рецензирование, а также проверка на плагиат и избыточное самоцитирование. Авторские права на опубликованные статьи остаются за авторами.

В журнале нет штатных сотрудников, все работы, включая проверку на плагиат, рецензирование, работу корректора и форматирование, выполняются группой единомышленников на общественных началах, а потому мы рассчитываем на такое же отношение к своим правам и обязанностям со стороны авторов. Материалы, опубликованные ранее (полностью или в значительной своей части) в других изданиях, не принимаются. Мы очень надеемся, что предполагаемые авторы избавят нас от работы с такими текстами.

Первое, что предлагается автору, желающему опубликовать статью в нашем журнале, – это зарегистрироваться в качестве потенциального автора и самому разместить предлагаемый к публикации текст на сайте журнала в отведенном для этого разделе (научные статьи, мнения, обзоры, рецензии, переводы). Тем самым автор принимает условия журнала и дает добро на публикацию своей статьи в журнале после прохождения всех предусмотренных процедур. Статья, прошедшая проверку и рецензирование, получает отметку о том, что она будет опубликована в журнале.

При отборе статей для публикации в очередном выпуске включение статьи в этот выпуск определяется, прежде всего, соотношением объемом материалов, в принципе годных для публикации, и фиксированным (96 страниц 9-м кеглем) объемом выпуска. Во внимание принимается соответствие тематики, время подачи материала и его готовность к публикации.

Полная готовность научной статьи к публикации означает ее соответствие принятому в журнале стандарту, включая правильное оформление списка литературы и ссылок, полные сведения об авторах, индексы JEL, аннотацию и ключевые слова на русском и английском, редактируемые формулы (набранные Word и в нем же редактируемые), ручную нумерацию разделов, рисунков и таблиц. Если нумерация автоматическая, она может сбиться при вставке статьи в общий блок.

**Заголовок не должен быть длинным. Иначе в колонтитуле будет бессмыслица. Не надо набирать заголовок большими буквами. Надо использовать опцию «все прописные». Это важно!**

В списке литературы научные статьи упорядочиваются по алфавиту, причем сначала идут русскоязычные публикации, потом англоязычные и пр. Это нужно, чтобы не возникло путаницы при формировании транслитерации кириллических статей. Источники данных, нормативные и методические материалы идут отдельным списком. Ссылки на интернет-ресурсы, газетные публикации и т.д. желательно давать в сносках. Ссылки на научные публикации должны быть даны в формате [Автор, 2023]. При необходимости к году может быть добавлена латинская буква 2023a, 2023b.

Публикация статьи означает получение ей метаданных, включая DOI, номер выпуска, страницы. Выпуск журнала делается в формате pdf, причем в таком виде, что его сразу можно отдать в типографию и сделать твердую (бумажную) копию, если кто-то из авторов хочет ее иметь для себя. Бумажная версия выпуска имеет статус буклета, печатается за счет автора (заказчика) и в количестве, определенном заказчиком.

Статьи, размещенные авторами на сайте журнала, доступны читателям немедленно, еще до того, как прошли рецензирование. Они не считаются опубликованными до прохождения рецензирования и технических процедур. Но самим фактом размещения и предварительной регистрации человек разрешает это опубликовать, отпадает необходимость в письменном договоре. Если автор присылает статью в журнал и просит ее разместить, он нарушает стандартную процедуру и может создать нам сложности в будущем. Старайтесь следовать правилам и не создавать нам проблем!