

6. Ломанов М.Ф. и др. Разработка метода планирования протонного облучения внутриглазных новообразований / М.Ф. Ломанов, И.Н. Ерохин, И.Н. Канчели, Д.Г. Орлов, И.В. Рудской // Мед. физика. 2012. № 4 (56). С. 43–51.

7. Рудской И.В. и др. Визуализация в системе планирования протонной лучевой терапии внутриглазных злокачественных новообразований / И.В. Рудской, И.Н. Ерохин, И.Н. Канчели, М.Ф. Ломанов, Д.Г. Орлов // Мед. физика. 2014. № 1 (61). С. 33–37.

8. VTK User's Guide, 11th Edition // Kitware, Inc.

9. VTK Textbook, 4th Edition // Kitware, Inc.

10. Орлов Д.Г., Ерохин И.Н. Использование томографических данных в анатомической модели глаза для планирования протонной терапии // Мед. физика. 2014. № 2 (62). С. 20–23.

**Hardware, technology and software innovations 2010-2015 proton radiation therapy of ocular tumors.**

*Dmitry Georgievich Orlov, PhD, NRC Kurchatov Institute FSBU SSC RF Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP)*

*Igor Nikolaevich Erokhin, NRC Kurchatov Institute FSBU SSC RF Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP)*

*Recently we investigate new methods for proton therapy treatment planning of ocular tumors: the refined anatomical model eye, algorithms, a preliminary stage of planning. It allows as increasing an accuracy of treatment planning, so decreases the time of a patient's installing.*

*These methods have not been applied in existed planning systems, so we consider development new one. It'll be based on the irradiation technology, which was developed by specialists of ITEP in a collaboration with Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases.*

*Keywords: anatomical eye model, proton therapy, tomographic data, positioning, treatment planning, uveal melanoma*

УДК 332.01

**МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ  
ИНФОРМАЦИОННОГО ПРЕИМУЩЕСТВА**

*Виктор Яковлевич Цветков, профессор, д-р техн. наук, зам. руководителя центра фундаментальных и перспективных исследований НИИАС,*

*E-mail: cvj2@mail.ru,*

*Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (ОАО «НИИАС»),*

*<http://www.vniias.ru>*

*Статья описывает информационное преимущество и методы его оценивания. Описаны характеристики оценки информационного преимущества. Раскрыто содержание новых понятий. Получены аналитические выражения, позволяющие проводить оценки в условиях нечеткой и слабоструктурированной информации. Эта методика позволяет моделировать реальные ситуации конкуренции, выходящие, в том числе, за рамки информационной области.*

*Ключевые слова: управление, принятие решений, риски, информация, информационная асимметрия, информационное преимущество, информационное взаимодействие, минимизация рисков*

**Введение.** Информация, информационные ресурсы, знания, интеллектуальный капитал – являются основой для принятия решений и основой информационного пре-

имущества, которое влечет преимущество другого характера. Понятие информационного преимущества возникает у противоборствующих сторон в военной сфере, у конкурирующих организаций в рыночной ситуации; в научной сфере при сравнении возможностей решения задач разными организациями и т.п. Одним из исследованных факторов информационного преимущества является информационная асимметрия [1–4]. Информационная асимметрия может быть рассмотрена как ситуация между двумя объектами или системами  $A$  и  $B$ . Эти системы могут быть противоборствующими. Как частный случай вторая система  $B$  может быть рассмотрена как угроза для первой. Например, угроза астероидно-кометной опасности (АКО) для планеты Земля. В дальнейшем будем говорить о системах, имея в виду расширенное понятие система, объект или субъект. Методы анализа и оценки информационного преимущества имеют аналог в теории игр при рассмотрении игр с противоположными интересами [5]. Однако в теории игр рассматривают величины одной категории – количественные значения вероятностей. Это определяет область теории игр как область количественного анализа. В отличие от теории игр оценка информационного преимущества связана с качественным и количественным анализом величин разных категорий. Построение модели информационного преимущества или методов его оценки позволяет формализовать анализ и повышает оперативность и надежность принимаемых решений, особенно в сложных ситуациях и ситуациях с большими объемами информации и большим числом вариантов.



**В.Я. Цветков**

Анализ и формализация терминологических отношений. При введении новой теории и анализе новой научной области необходимо определить новые термины и установить терминологические отношения [6] между вводимыми терминами и уже существующими. Только в этом случае теория будет согласованной с уже существующими, а новое знание не будет противоречить уже существующему.

Информационное преимущество всегда связано с чем-то. Например, информационное преимущество интеллектуальной системы над информационной системой (объект–объект). Информационное преимущество компьютера перед человеком (объект–субъект). Информационное преимущество угрозы (вероятностная характеристика) перед отражением угрозы (технология).

Информационное преимущество определяется в определенной среде. Такой средой для оценки информационного преимущества будет информационное поле [7]. В отличие от информационного пространства, информационное поле является активным и содержит полевую переменную, которая характеризует каждую точку поля. Именно эта характеристика помогает проводить оценку информационного преимущества в информационном поле.

Будем соотносить информационное преимущество с понятием системы, имея в виду субъект, объект, процесс или свойство. Информационное преимущество может быть явно определенным, например, взрослого перед ребенком, системы перед частью системы, информированного человека над мало информированным. Информационное преимущество может быть не явно определенным и требующим оценки, например одного человека перед другим, одной системы перед другой, одной программы перед другой, одной части системы перед другой. Для оценки информационного преимущества с применением системного подхода целесообразно использовать системный дихотомический анализ [8]. Дихотомия создает возможность простого деления и возможность сравнения делимых частей.

Таким образом, информационное преимущество связано с системой. Информационное преимущество выражает отношение между системами или частями. Информационное преимущество требует оценки и определения. Термин «информационное преимущество» является сравнительной характеристикой, которая применима к процес-

сам, фактам и свойствам.

Необходимо выделить информационное состояние, в котором может находиться система. Необходимо выделить информационную ситуацию, которая характеризует состояния (или одно состояние) и которая описывает систему. Информационная ситуация может включать ряд состояний. Информационная ситуация может описывать переходы между состояниями (динамику системы), описывать другие системы. Информационная ситуация может описывать части системы и их отношения; совокупность систем и их отношения. Информационная ситуация общее понятие по отношению к информационному состоянию.

Одним из состояний, для которого существует информационное преимущество является информационная асимметрия. Антонимом понятию «информационная асимметрия» может быть термин «информационная симметрия» и термин «информационное соответствие». Термины «информационная асимметрия» и «информационная симметрия» характеризуют статическое состояние. Это субстанциональные фактофиксирующие характеристики.

Оппозиционным [9] по отношению к термину «информационное соответствие» является термин «информационное несоответствие». Термины «информационное соответствие» и «информационное несоответствие» характеризуют условия, предшествующие информационному взаимодействию или условия информационного взаимодействия. Это процессуальные сравнительные характеристики.

Информационное несоответствие является более широким понятием в сравнении с понятием «информационная асимметрия». Асимметрия предполагает оценку двух величин одной категории, причем есть точный критерий ее оценки. Информационное несоответствие может относиться к одной и разным категориям. Например, несоответствие между полосой пропускания канала и интенсивностью потока. Несоответствие между результатом работ и потребностями заказчика к ее качеству.

В аспекте принятия решений информационная асимметрия может быть рассмотрена как информационное состояние, связанное с информационной неопределенностью или не информированностью одной стороны в сравнении с первой. Такое состояние может служить основой риска или ошибки при принятии решений. Она может служить основой развития негативных процессов.

**Виды информационной асимметрии.** Рассмотрим для начала информационную асимметрию как характерный фактор информационного преимущества. Информационная асимметрия может быть внутренней (внутрисистемной) или внешней (внесистемной). Внутренняя информационная асимметрия характеризует отношение частей системы. Внешняя информационная асимметрия характеризует отношение разных систем. Информационное преимущество между системами оценивается по внешней информационной асимметрии, но с учетом внутренней асимметрии.

Внутренняя информационная асимметрия достаточно подробно рассмотрена в литературе. Ее связывают в первую очередь с работами Дж. Акерлофа [3]. В качестве систем им были рассмотрены как система рынок с качественными и некачественными товарами (рынок персиков и лимонов), система отношений между руководителем и подчиненными (проблема царя Соломона), система отношений между агентом и посредником для выполнения работы (проблема «агент-принципал»)

Рассмотрим первую проблему. «Лимоном» на вторичном рынке автомобилей США называют автомобиль с изъянами (не высокого качества), о которых знает продавец ( $A$ ), но не знает покупатель ( $B$ ). «Персиком» называют подержанный автомобиль высокого качества, который не имеет существенных недостатков и является ценным приобретением для покупателя. В этом рассмотрении  $A$  и  $B$  являются частями системы. Общей системой является рынок.

Ситуация с лимонами характеризуется отношением информированности

$$A > B.$$

Ситуация с лимонами также характеризуется отношением предпочтительности  
 $A \succ B$ .

Ситуация с персиками характеризуется отношением информированности  
 $A = B$ .

Она также характеризуется отношением предпочтительности  
 $A \approx B$ ,

где  $\approx$  – отношение эквивалентности.

Дж. Акерлоф [3] показал, что информационная асимметрия как исходное состояние на вторичном рынке автомобилей при начальном равенстве «лимонов» и «персиков» (части системы) в системе приводит к процессу «ухудшающего отбора» (негативного процесса в системе). Ухудшающий отбор приводит к оттоку качественного товара и в итоге к застою рынка, то есть к деградации системы (конечное состояние системы).

Как отмечено в работе [3] информационная асимметрия не возникает при статистическом характере продукции или информационной ситуации. Противодействующие стороны в этой ситуации одинаково информированы о свойствах продукции или о состоянии ситуации. При индивидуальном товаре продавец информирован больше, чем покупатель и возникает информационная асимметрия, обусловленная не информированностью противоположной стороны в сравнении первой стороной – продавцом.

Отметим здесь, что понятие информационной ситуации Дж. Акерлоф не применял, что затрудняло его анализ. Информационная ситуация и информационное состояние удобные характеристики для проведения анализа с применением информационных методов. Этим подход данной статьи выгодно отличается от анализа Акерлофа и других авторов. Он помогает формализовать модель информационной асимметрии и информационного преимущества и проводить их объективные оценки. Информационная асимметрия в этой ситуации обусловлена разной информированностью сторон, что создает информационное преимущество одной из сторон.

Проблема царя Соломона заключается в том, что руководитель ( $A$ ), не являясь высококвалифицированным специалистом в какой-либо области (например, программировании), не в состоянии правильно оценить выполняемую работу таких специалистов ( $B1$ ), ( $B2$ ) и часто принимает неверное решение (*Er Des*) при некомпетентной сравнительной оценке и, как следствие, поощрении работы сотрудников.

Реальная ситуация с квалификацией (интеллектуальным капиталом) двух специалистов  $B1$ ,  $B2$  с разной квалификацией характеризуется математическим отношением «больше»

$$B1 > B2.$$

или отношением предпочтительности

$$B1 \succ B2.$$

Эти отношения подчеркивают различие в этой информационной ситуации. В то же время, модельная ситуация с квалификацией специалистов в информационном пространстве руководителя характеризуется отношением информированности

$$B1 = B2.$$

или характеризуется отношением предпочтительности

$$B1 \approx B2.$$

В быту такая оценка информационной или реальной ситуации называется «уравниловка». Считая разных по квалификации специалистов равными, руководитель принимает ошибочное решение по их поощрению и оценке работы.

$$(B1 = B2) \rightarrow Er Des.$$

В этой ситуации начинается процесс, при котором высококвалифицированные специалисты ( $B1$ ) (или недостаточно оцененные по их мнению) стремятся покинуть такую организацию. В такой организации остаются специалисты низкой квалификации ( $B2$ ). Другими словами, ошибки руководства в оценке действий специалистов создают

благоприятную среду для специалистов низкой квалификации и неблагоприятную среду для специалистов высокой квалификации.

Это создает информационное преимущество для другой организации (государства), где эта проблема не существует или выражена в меньшей степени. Для первой организации дополнительно возрастает риск принятия неправильных (не квалифицированных, более трудоемких, неоптимальных) решений, обусловленный снижением квалификации работающих специалистов.

Негативный фактор для такой организации – умышленное вредительство со стороны сотрудников, которые чувствуют себя ущемленными. По данным Агентства национальной безопасности США [10] информационная угроза номер 1 для организации – это умышленный вред со стороны своих сотрудников. Она обусловлена недовольством сотрудников, считающих, что их работа оценена не соответствующим образом. Поэтому для системы (организации) с такой проблемой начинается процесс деградации или ухудшения состояния. Информационная асимметрия в этом случае обусловлена некомпетентностью руководства. Некомпетентность руководства создает информационное преимущество конкурирующей организации.

Проблема «агент-принципал» обусловлена противоречием интересов информационного взаимодействия исполнителя и заказчика, а также некомпетентностью заказчика в оценке сложности и трудозатратах работы исполнителя. Исполнитель заинтересован в выполнении заказа с наименьшими затратами и выполняет работу формально в рамках технического задания. Заказчик, не являясь специалистом, может упустить какие-то особенности, некорректно составить задание на работу и неверно организовать контроль хода работы. В результате такая система (работа) будет выполнена с низким качеством или выполнена как не пригодная к эксплуатации. Имеет место деградация системы.

Внешняя информационная асимметрия может быть связана, например, с разной информированностью двух систем. В этом рассмотрении  $A$  и  $B$  являются разными системами. Используя нотацию теории предпочтений, можно отразить такую ситуацию между разными системами как

$$A(R_i) \succ B(R_i). \quad (1)$$

Запись (1) интерпретируется так: система  $A$  имеет информационное преимущество (предпочтительность) перед системой  $B$  по критерию  $R_i$ . Другая интерпретация звучит так: между системами  $A$  и  $B$  имеет место информационное несоответствие по критерию  $R_i$ . Такая информационная ситуация может быть рассмотрена как статическая. Критерием  $R_i$  может быть:

- разный объем информации одинакового качества;
- разное качество информации в системах  $A$  и  $B$ ;
- разное качество информационных ресурсов в системах  $A$  и  $B$  (информация и информационные ресурсы: модели, методы, алгоритмы – не одно и то же);
- разный объем явных знаний в системах  $A$  и  $B$ ;
- разный интеллектуальный капитал (разное количество квалифицированных специалистов, способных решать поставленные задачи) в системах  $A$  и  $B$ ;
- разный объем неявных знаний в системах  $A$  и  $B$  (примером неявного знания может быть накопленный неформализованный опыт. Опытный врач, аналитик, стратег на уровне интуиции может принять более правильное решение, чем неопытный специалист);
- разные возможности трансформации неявных знаний в явные в системах  $A$  и  $B$ .

На этом примере видно, что отношение предпочтительности является общим в сравнении с математическими отношениями «больше» или «меньше».

Для минимизации риска принятия ошибочного решения, обусловленного не информированностью, вторая сторона вынуждена нести транзакционные издержки на информационное обслуживание (информационный поиск, информационную разведку),



которые, однако, ниже потерь вызванных неправильным принятием решения. Например, для минимизации угроз порчи или потери информации в информационной системе периодически проводят резервное копирование. Резервное копирование прерывает рабочий процесс, но минимизирует возможную угрозу потери всей информации. Такая информационная ситуация ставит дополнительную задачу оптимизации частоты резервного копирования.

Приобретение нового оборудования часто требует специальной подготовки и специальных знаний для его эксплуатации. При этом возникает информационная асимметрия, обусловленная семантическим разрывом [11] между квалификацией потребителя (одна сторона) и требованиями к квалификации для нормальной эксплуатации оборудования (вторая сторона). Возникает риск недостаточной эффективности применения оборудования или его порчи из-за низкой квалификации потребителя. Когнитивный разрыв является характерным примером информационной асимметрии в информационных технологиях.

Для минимизации этого риска потребитель (первая сторона) вынужден нести транзакционные издержки на информационное взаимодействие с посредником, который может работать на таком оборудовании. В альтернативном варианте потребитель должен нести издержки на обучение и подготовку эксплуатации такого оборудования. В данном случае информационная асимметрия имеет вид семантического разрыва.

Эти виды информационной асимметрии создают различие в ситуации или состояниях систем и характеризуют информационное несоответствие, которое можно характеризовать как статическое. Динамическое информационное несоответствие возникает при рассмотрении информационных процессов или переходов между состоянием. Кроме того, надо рассмотреть информационную ситуацию и состояния систем в ней как динамическую модель.

Информационная ситуация может описывать множество систем, являясь по отношению к ним информационной средой. Это дает основание проводить сравнение систем и их состояний в данной информационной ситуации *по их признакам*. Информационная ситуация может содержать в себе множество состояний для разных систем. Это дает основание проводить сравнение систем *по состояниям*, в которых они находятся.

Информационная ситуация системы определяется как набор статических (или динамических) параметров. Информационную ситуацию, в которой находится система  $A$  в момент времени  $t_i$  можно рассматривать как информационную модель, оцениваемую относительно:

- состояния системы  $A$  в предыдущий момент времени  $t_{i-1}$ ;
- другой (противоборствующей) системы  $B$  на этот же момент времени  $t_i$ ;
- цели  $T$ , которую стремится достичь система  $A$ .

Информационная ситуация может быть сравнительной характеристикой и оцениваться по критериям сравнения  $R_i$ , рассмотренным выше. Информационная ситуация может включать множество состояний и аспектов, поэтому необходимо различать понятия «специальная информационная ситуация» системы и «комплексная информационная ситуация» системы.

Модель общей, или комплексной ситуации  $IS(Cx)$ , рассматривается тогда, когда система должна начать реализовывать своё функциональное назначение и расходовать разные материальные, энергетические и информационные ресурсы. Такая модель включает статику, динамику и прогноз развития ситуации в будущем. Сравнение и анализ информационных ситуаций позволяет выявить и оценить информационное преимущество систем, которые них находятся.

Специальная информационная ситуация определяется доминирующей характеристикой или аспектом рассмотрения, например:

- информационная ситуация по состояниям  $IS(St)$ ;

- информационная ситуация по процессам  $IS(Pr)$ ;
- информационная ситуация по потокам  $IS(Fl)$ ;
- информационная ситуация по ресурсам  $IS(Res)$ ;
- информационная ситуация по достижению цели  $IS(T)$ .

В аспекте достижения цели некоей системой  $A$  необходимо различать понятия: «начальное информационное состояние», «текущее информационное состояние» и «целевое информационное состояние», которое должно быть достигнуто для достижения цели или решения задачи. Неравенство «текущего» и «целевого» информационных состояний и означает наличие информационной асимметрии по состояниям.

Важной характеристикой ситуации является информированность системы. Информированность системы  $A$  может быть оценена в абсолютной и сравнительной оценке.

Информированность в сравнительной оценке имеет два варианта. При первом сравнивают информированность системы  $A$  с информированностью другой системы  $B$  и используют отношения «больше», «меньше» или «предпочтительнее». При этом точное значение информационных ресурсов может быть неизвестно, но сравнительная оценка возможна по косвенным признакам. Информированность в относительной оценке можно оценить также при сравнении информационных ресурсов разных систем. Она называется информированность «по объекту сравнения». При этом система сравнивается с другой системой. Такой подход является более оперативным по сравнению с фактическими расчетами имеющихся ресурсов в разных системах.

Второй вариант сравнительной оценки означает сравнение уровня информированности системы с ее же целевым уровнем, который необходим для достижения поставленных целей. Такая информированность называется информированностью «по цели», поскольку характеризует возможность достижения цели. При этом система сравнивается сама с собой.

Информированность в абсолютной оценке означает измерение реального количества и качество информационных ресурсов, которыми обладает система  $A$  независимо от других систем. Такая информированность системы  $A$  характеризует его информационное состояние. Она называется «ресурсная информированность» поскольку характеризует фактические ресурсы системы.

**Сравнительные информационные ситуации.** Сравнительные информационные ситуации позволяют осуществлять качественный и количественный анализ для оценки информационного преимущества. Информационные ситуации  $IS(P_1, P_2(t))$  разделяют на статические и динамические [12]. Статическая информационная ситуация описывается параметрами, которые не изменяются с течением времени  $IS(P_1)$ . Динамическая информационная ситуация описывается параметрами, которые изменяются с течением времени и для которых известна зависимость изменения от времени  $IS(P_1, P_2(t))$ .

Для динамической информационной ситуации состояние системы  $A$  в предыдущий момент времени  $t_{i-1}$ ; отличается от состояния в текущий момент времени и в будущий момент времени. Различие состояний или ситуаций будет служить характеристикой динамики состояния системы или динамики информационной ситуации.

Рассмотрим две системы. Для обозначения неравенства информационных ресурсов двух систем уместно использовать математический знак «неравенство». Это позволяет создать простое описание отношения систем по информированности.

$$A(I) > B(I); \quad (2)$$

$$A(I) < B(I). \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) определяют неравенство между обозначенными  $A, B$  – системами по информированности ( $I$ ). Данные информационные ситуации называются «ситуации отношений систем по информированности».

Выражение (2) интерпретируется следующим образом. Фактическая информированность системы  $A$  больше, чем информированность системы  $B$ . Выражение (3) ин-

терпретируется с противоположным смыслом. Информированность системы  $B$  больше, чем информированность системы  $A$ . Выражение (2) говорит об информационном преимуществе системы  $A$  над  $B$ . Выражение (3) говорит об информационном преимуществе системы  $B$  над  $A$ .

*Определение*, информационным преимуществом по информированности называется информационная ситуация отражающая большую информированность одной системы в сравнении с другой.

Если знак неравенства в (2), (3) заменить на знак равенства, то будет иметь место «информационное соответствие» [13] по информированности.

В интерпретации выражений (2) и (3) проводилось сравнение между двумя системами  $A$  и  $B$ . Если систем не две, а  $N$ , то можно провести  $N$  парных сравнений и используя методы любой теории сравнения, например теории предпочтений [14], построить систему предпочтительности для  $N$  систем и затем ранжировать их по выбранному критерию сравнения. Это определяет возможность сравнения по информированности для любого конечного числа систем.

Если ввести понятие целевого информационного ресурса (целевой информации)  $I_T$ , которое обозначает информационные ресурсы, необходимые для достижения цели  $T$ , то можно ввести характеристику еще одной информационной ситуации

$$A(I) > T(I); \quad (4)$$

$$B(I) < T(I). \quad (5)$$

Выражение (4) интерпретируется следующим образом. Фактическая информационная ресурсность [15] системы  $A$  достаточна для достижения цели. Выражение (5) интерпретируется с противоположным смыслом. Фактическая ресурсность (обеспечение ресурсами) системы  $B$  не достаточна для достижения цели. Данная информационная ситуация называется «ситуация по достижению цели». При этом количество систем может быть любым. Если систем  $N$ , то можно провести  $N$  парных сравнений [16] и построить таблицу систем  $A$ , способных достичь цель и тем быстрее чем больше они имеют ресурсов. Выражение (5) позволяет построить таблицу систем  $B$ , неспособных достичь цели и оценить какие из них дальше от цели, а какие ближе.

Первый вариант сравнения «по объектам» (2)–(3) позволяет оценить конкурентоспособность систем данной совокупности между собой на рынке или в иной ситуации взаимодействия. Второй вариант сравнения (4)–(5) дает основание принятия решения по возможности достижения цели с имеющимися ресурсами или изменение ситуации для обеспечения ресурсами определенных систем.

Выражения (2), (3), (4), (5) характеризуют статические информационные ситуации. Введем коэффициент целевой информированности  $K_I$  как

$$K_I = I_F/I_T, \quad (6)$$

где  $I_T$  – количество информации (ресурсов), необходимое для достижения цели;

$I_F$  – количество информации (ресурсов), которым фактически обладает система.

Количеством информации (информационных ресурсов) обозначаем содержательную составляющую, а не информационный объем. Этот коэффициент имеет значение от 0 до 1. Более высокое значение информированности создает информационное преимущество данной системы перед другими в аспекте достижения цели. Коэффициент целевой информированности может служить оценкой информационного преимущества.

Возможна информационная ситуация, при которой к системе поступают информационные потоки (ресурсы) из внешних источников. При этом информационные потоки могут быть разной интенсивности. Такую ситуацию называют потоковой информационной ситуацией. Информационные потоки разной интенсивности и разного качества изменяют информационные состояния систем.



$$F_{S1} \rightarrow I_B \succ F_{S2} \rightarrow I_A. \quad (7)$$

Выражение (7) интерпретируется следующим образом. Информационный поток  $F_{S1}$ , направленный к системе  $B$ , превосходит информационный поток  $F_{S2}$ , направленный к системе  $A$ , что создает информационное преимущество (преимущество ресурсного обеспечения) системы  $B$  над системой  $A$  по информационным потокам (потокам ресурсов).

*Определение*, информационным преимуществом по информационным потокам называется информационная ситуация, отражающая большую интенсивность информационного потока для одной системы в сравнении с интенсивностью потока для другой системы.

Данная информационная ситуация является процессуальной, поскольку характеризует процесс. Определим относительный коэффициент информационного потока  $K_{FB}$  к объекту  $B$  как

$$K_{FB} = F_{S1} / (F_{S1} + F_{S2}). \quad (8)$$

Определим относительный коэффициент информационного потока  $K_{FA}$  к объекту  $A$  как

$$K_{FA} = F_{S2} / (F_{S1} + F_{S2}). \quad (9)$$

Относительные коэффициенты информационного потока  $K_{FA}$  и  $K_{FB}$  имеют значения от 0 до 1. Если  $K_{FA} > K_{FB}$ , то имеет место информационное преимущество системы  $A$  над системой  $B$ . В этом случае имеет место информационное несоответствие между  $A$  и  $B$ . Следствие, относительные коэффициенты информационного потока позволяют оценивать информационное преимущество системы по поступающим информационным (а также по материальным) потокам.

Особенностью потоковой информационной ситуации, приведенной в выражении (7), является то, что знак предпочтительности может быть заменен знаком эквивалентности. В этом случае будет информационное соответствие [13] между системами  $A$  и  $B$  по потокам.

Частным случаем информационного преимущества по потокам является ситуация, связанная с взаимным информационным обменом между двумя системами. Она возникает при наличии взаимных разнонаправленных информационных потоков. Потоки выполняют пассивную роль информирования систем. Моделью информационного обмена, помимо естественного обмена, может быть взаимная информационная разведка, когда каждая сторона обеспечивает интенсивность входящего информационного потока. Информационный обмен изменяет количество информационных ресурсов систем и также может создавать информационное преимущество по обмену информацией.

$$F_A: I_A \rightarrow I_B > F_B: I_B \rightarrow I_A. \quad (10)$$

Выражение (10) интерпретируется следующим образом. Информационный поток  $F_A$ , по направлению от  $A$  к  $B$ , превосходит информационный поток  $F_B$  по направлению от  $B$  к  $A$ , что приводит к информационному преимуществу по обмену информацией. Определим коэффициент информационного обмена  $KA_{EXC}$  от источника  $A$  к источнику  $B$  как

$$KA_{EXC} = F_A / (F_B + F_A). \quad (11)$$

В противоположную сторону

$$KB_{EXC} = F_B / (F_B + F_A). \quad (12)$$

Здесь  $F_A$  – интенсивность потока от  $A$  к  $B$ ,  $F_B$  – интенсивность потока от  $B$  к  $A$ . Коэффициенты  $KA_{EXC}$  и  $KB_{EXC}$  можно сравнивать между собой. Они нормированы от 0 до 1. Если  $KA_{EXC} > KB_{EXC}$ , то имеет место информационное преимущество системы  $A$  над системой  $B$ .

Потоковая информационная ситуация меняет информированность систем и может

привести к информационной асимметрии. В то же время, не всякая информационная потоковая ситуация приводит к информационной асимметрии. Это зависит от фактического уровня информированности, определяемого выражениями (2) и (3). Например, при наличии семантического разрыва [11], направление потока может либо уменьшать, либо увеличивать семантический разрыв. Следовательно, информационная потоковая ситуация может служить средством уменьшения информационного превосходства по информированию. Именно такая информация происходит в образовании, где информационный поток учебной информации уменьшает информационную асимметрию учащегося при сравнении его знания с целями обучения.

Возможно информационное преимущество, которое возникает в ходе информационного взаимодействия [17]. Взаимодействие в отличие от обмена информацией является активным процессом [18]. Обмен информацией меняет информированность систем и меняет их информационное состояние, а также материальное состояние. Примером информационного взаимодействия может служить взаимный артиллерийский обстрел позиций двух противников. Взаимодействие воздействует на общее состояние каждой системы и может его менять. Ситуация информационного взаимодействия характеризуется потоками, которые направлены на изменение общего состояния системы.

$$Int_A: I_A \rightarrow I_B > Int_B: I_B \rightarrow I_A. \quad (13)$$

Выражение (13) интерпретируется следующим образом. Информационное воздействие  $Int_A$  системы  $A$ , превосходит информационное воздействие  $Int_B$  системы  $B$ , что создает информационное преимущество. Эта информационная ситуация является процессуальной, поскольку характеризует процесс. Однако данная информационная ситуация может быть сбалансированной. В этом случае говорят об информационной согласованности или информационном соответствии систем  $A$  и  $B$  [13]. Определим коэффициент информационного взаимодействия  $K_{INT}$  от источника  $A$  к источнику  $B$  как

$$KA_{INT} = Int_A / (Int_A + Int_B). \quad (14)$$

Частным случаем выражения (13) является ситуация, когда  $B$  обозначает целевое состояние, а  $Int_B$  интенсивность воздействия, необходимую для достижения цели. В этом случае будем иметь две возможных ситуации:

$$Int_A: I_A \rightarrow I_B \geq Int_B: \quad (15)$$

$$Int_A: I_A \rightarrow I_B < Int_B: \quad (16)$$

Выражение (15) так: информационное воздействие (управляющее воздействие)  $Int_A$  системы  $A$ , достаточно для достижения цели  $B$ .

Выражение (16) интерпретируется следующим образом. Информационное воздействие (управляющее воздействие)  $Int_A$  системы  $A$ , недостаточно для достижения цели  $B$ .

Возможна ситуация информационного воздействия, при которой разные объекты независимо воздействуют на  $A$  и  $B$ . Такая ситуация называется «информационная ситуация независимых воздействий». Аналитическая модель информационной ситуации при внешних воздействиях ( $ExA$ ,  $ExB$ ) на объекты с целью изменения их состояний, имеет следующий вид.

$$ExB_1 \rightarrow I_B > ExA_2 \rightarrow I_A. \quad (17)$$

Выражение (17) интерпретируется так: внешнее информационное воздействие  $ExA_1$  на объект  $B$  создает его информированность  $I_B$  и превосходит внешнее информационное воздействие  $ExA_2$  на объект  $A$ , которое создает информированность  $I_A$ . Это создает информационное преимущество системы  $B$  над системой  $A$ . Такая информационная ситуация является процессуальной, поскольку обусловлена процессом. Выражение (17) может сигнализировать о том, что ресурсное обеспечение системы  $B$  превосходит ресурсное обеспечение системы  $A$ .

Определим коэффициент относительного информационного воздействия  $KA_A$  на объект  $A$  как

$$KA_A = ExA_2 / (ExA_2 + ExA_1). \quad (18)$$

Определим коэффициент относительного информационного воздействия  $KB_A$  на объект  $B$  как

$$KB_A = ExA_1 / (ExA_2 + ExA_1). \quad (19)$$

Сравнение  $KA_A$  и  $KB_A$  также позволяет оценивать информационное преимущество.

Возможна информационная ситуация, которая возникает в ходе ситуационного анализа [19]. Пусть объект  $A$  находится в ситуации  $IS_1$ , которая характеризуется набором параметров  $P_1$ . Объект  $B$  находится в ситуации  $IS_2$ , которая характеризуется набором параметров  $P_2$ . Используя теорию предпочтений [20] или другой критерий (метод анализа иерархий) [21] можно прийти к выводу, что  $P_1$  предпочтительнее  $P_2$ :

$$P_1 \succ P_2. \quad (20)$$

Выражение (20) говорит о предпочтительности  $IS_1$  перед  $IS_2$ , что влечет наличие информационного превосходства в ситуациях между  $A$  и  $B$  по параметрам ситуации. Такая информационная ситуация предпочтительности сигнализирует о том, что объект  $A$  является более конкурентоспособным в сравнении с объектом  $B$ . Если считать  $B$  целью, которую должен достичь объект  $A$ , то выражение (20) говорит о том, что объект  $A$  находится в ситуации, позволяющей достичь цель  $B$ . При замене направления предпочтительности в выражении (20) на противоположное, возможна иная интерпретация выражения (20). Объект  $A$  находится в ситуации, которая не позволяет достичь цели  $B$ .

**Информационные методы решения проблемы «агент принципал».** Исследование проблемы «агент принципал» осуществляется достаточно давно [22, 23]. Разработан ряд подходов к решению этой проблемы. Холмстром и Милгром [24] предложили четыре принципа, минимизирующие риски, возникающие при этой проблеме. Эти принципы включают: принцип информативности, принцип интенсивной стимуляции, принцип мониторинга интенсивности деятельности агента, принцип эквивалентной компенсации.

Принцип информативности в переводе на язык информатики и информационного управления можно интерпретировать как «принцип качественной информированности». По Холмstromу [24] мерой производительности агента является получение и предоставление принципалу информации необходимого качества для принятия решений. Это условие должно быть включено в договор компенсации. Данное условие включает в себя, например, относительную оценку эффективности деятельности агента по отношению к другим, подобным агентам. Относительная или интегральная оценка деятельности агента уменьшает случайные факторы его действий. При удалении экзогенных источников случайности работы агента, возникает возможность большей ответственности агента за результат работы и, главное, возрастет его ответственность за возникновение риска из-за некачественной информации. Это стимулирует агента к получению для принципала качественной информации.

Принцип интенсивной стимуляции утверждает, что оптимальная интенсивность деятельности агента зависит от четырех факторов: инкрементная прибыль за счет дополнительных действий, точность, с которой мероприятия оцениваются, толерантность агента к риску и реакция агента на стимулирование его деятельности.

Принцип мониторинга интенсивности деятельности агента является дополнением ко второму принципу. Он включает мониторинг ситуаций, в которых оптимальным является интенсивность стимулов действий агента. На основе такого мониторинга производится оценка стимулирующих факторов действий агента. Работодатели могут выбирать из «меню» факторы, обеспечивающие эффективность стимулирования дей-

ствий агента. Такой мониторинг является средством сокращения неэффективных действий агента и ведет к уменьшению рисков ситуаций.

Последний принцип эквивалентной компенсации достаточно прост и объективен. Но он сложен в реализации, поскольку в свою очередь создает информационную асимметрию, которую называют «проблемой царя Соломона» [3]. Эта проблема состоит в том, что исполнитель лучше знает свою работу, чем работодатель. Поэтому работодатель часто не в состоянии оценить адекватно работу исполнителя и особенно сравнить работу двух исполнителей.

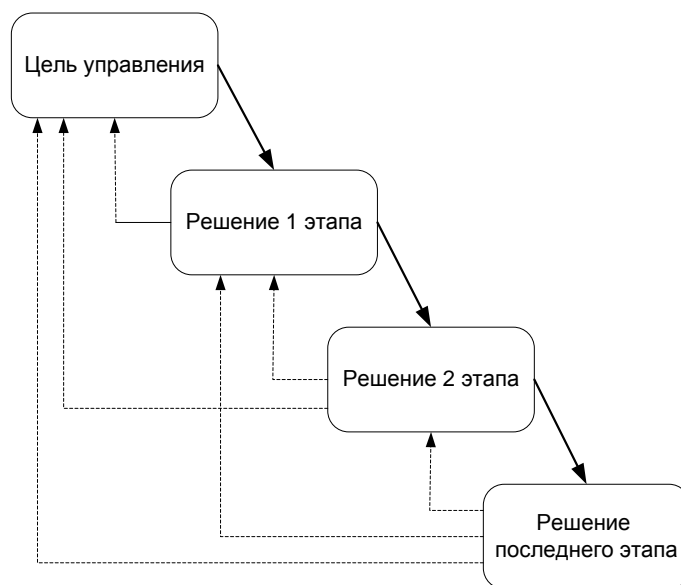
Этот принцип утверждает, что деятельность агента должна быть эквивалентно оценена с точки зрения компенсации его затрат. При этом необходимо принимать во внимание как финансовые затраты и их компенсацию, так и нефинансовые компенсации, такие как моральные поощрения. Другими словами должны включаться социальные факторы оценки и поощрения деятельности агента. Возможны и неверные варианты такого принципа. Например, если преподаватель вознаграждается за результаты тестов студентов, то методика обучения может быть направлена на успешную сдачу тестов, а не на получение профессиональных знаний. Такая политика в результате снижает качество образования и увеличивает риск выпуска некомпетентных специалистов.

В целом совокупность этих принципов приводит к использованию информационного анализа и информационных моделей, таких как модель информационной ситуации [25], управление с выбором цели [26] и другие.

**Адаптивный метод минимизации риска ошибочного принятия решений**

При наличии сложности в условиях решения часто применяют поэтапное решение с проверкой решения по каждому этапу. Это сводит риски (ущерб) всего решения на уровень этапа решения. Поэтапный последовательный метод проектирования или получения решения называют каскадным. Он часто применяется при создании проектов и при оценке жизненного цикла проекта или продукта [27].

При получении решения сущность метода состоит в переходе от сквозного решения к поэтапному (инкрементному) решению. На рисунке 1 показана структура инкрементного метода принятия решений, минимизирующая риски ошибок. Минимизация рисков осуществляется за счет разбиения общего решения на этапы и введения контроля на каждом этапе за результатом промежуточного решения. На рисунке 1 условно приведены три этапа. Однако их количество определяется сложностью [15, 28] принимаемого решения и может быть более трех.



**Рисунок 1 – Каскадный метод принятия решений**

Сплошными линиями показаны информационные потоки, отражающие прямые решения. Пунктирными линиями показаны информационные потоки обратных связей,

вносящие коррекцию в принимаемые решения. Пунктирные линии создают потоки транзакционных издержек. Этот механизм работает циклично на каждом этапе принятия решений. Отсюда, чем больше этапов, тем больше циклов анализа решения и тем больше транзакционные издержки.

Информационная асимметрия создает неопределенность в принятии решений. Поэтому информационные потоки обратных связей выполняют функции информирования и информационного воздействия на первоначальные этапы принятия решения. Это уменьшает информационную асимметрию, существующую при первоначальном принятии решения.

Если информация, получаемая по информационным потокам обратных связей, не требует корректировки принимаемых решений, процесс принятия решений переходит к следующему этапу. Если информация, получаемая по информационным потокам обратных связей, требует корректировки принимаемых решений, процесс принятия решений возвращается к исходному этапу и в первоначальное решение вносится коррекция. Такой циклический процесс повторяется до снижения риска до приемлемого уровня и принятия решения с минимальным риском.

**Заключение.** Информационное преимущество является важным фактором успешных действий и основанием для правильных решений. Если заменить термин информации в статье на термин ресурсы, то информационное преимущество можно оценивать и в этих случаях по разным аспектам. Информационное преимущество может принимать разные формы: по состояниям систем, по ресурсной обеспеченности, по информационным потокам, по информационным ситуациям, по процессам информирования и взаимодействия, по возможности достижения цели и т.д. Наиболее характерным признаком информационного преимущества является информационная асимметрия. Информационная асимметрия как фактор риска постоянно появляется в новых формах, что требует совершенствования механизмов ее обнаружения и уменьшения рисков, обусловленных асимметрией. Этим снижается эффективность взаимодействий, и тормозятся информационные процессы. Основные принципы уменьшения информационной асимметрии: информирование и информационное взаимодействие, принимающие разные формы. Современная проблема минимизации рисков информационной асимметрии связана с большим количеством экспертного оценивания связанного как с четырьмя принципами, описанными Холмстром и Милгром [25], так и с традиционным отставанием руководителей в оценке деятельности своих сотрудников. Как ответная реакция это порождает антагонизм сотрудников и создает информационную асимметрию как результат неправильно принятых решений. Каскадный метод позволяет ее устранять, но при большом числе этапов существенно возрастают транзакционные издержки. Поэтому данное направление остается открытым для дальнейших исследований.

### Литература

1. *Dunk A. S.* The effect of budget emphasis and information asymmetry on the relation between budgetary participation and slack // *Accounting review*. 1993. P. 400–410.
2. *Aboody D., Lev B.* Information asymmetry, R&D, and insider gains // *The journal of Finance*. 2000. Т. 55. № 6. P. 2747–2766.
3. *Akerlof George A.* The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism // *Quarterly Journal of Economics (The MIT Press)*. 1970. Vol. 84. № 3. P. 488–500.
4. *Tsvetkov V.Ya.* Information Asymmetry as a Risk Factor // *European Researcher*. 2014. Vol. 86. № 11-1. P. 1937–1943. DOI: 10.13187/er.2014.86.1937
5. *Льюс Р.Д., Райфа Х.* Игры и решения. М.: ИЛ, 1961.
6. *Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Цветков В.Я.* Терминологические отношения // *Фундаментальные исследования*. 2009. № 5. С.146–148.
7. *Tsvetkov V.Y.* Information field (2014), *Life Science Journal*. Vol. 11. № 5. Art. no. 83. P. 551–554.



8. *Tsvetkov V.Y.* Dichotomous systemic analysis (2014), *Life Science Journal*. Vol. 11. № 6. P. 586–590.
9. *Tsvetkov V. Ya.* Opposition Variables as a Tool of Qualitative Analysis // *World Applied Sciences Journal*. 2014. Vol. 30. № 11. P. 1703–1706.
10. *Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я.* Информационная безопасность в геоинформатике. М.: МаксПресс, 2004. 336 с.
11. *Tsvetkov V. Ya.* Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // *European Researcher*. 2013. Vol. 45. № 4-1. P. 782–786.
12. *Цветков В.Я., Шорыгин С.М.* Динамическая информационная ситуация преодоления противоракетной обороны // *Вестник МГТУ МИРЭА*. 2014. № 3 (4). С. 85–100.
13. *Mikkelsen G., Aasly J.* Concordance of information in parallel electronic and paper based patient records // *International journal of medical informatics*. 2001. Vol. 63. № 3. P. 123–131.
14. *Tsvetkov V. Ya.* Not Transitive Method Preferences // *Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research*. 2015. Vol. 3. Is. 1. P. 34–42. DOI: 10.13187/jincfar.2015.3.34
15. *Ожерельева Т.А.* Сложность информационных ресурсов // *Современные наукоемкие технологии*. 2014. № 4. С. 80–85.
16. *Орловский С.А.* Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука, 1981.
17. *Shedroff N.* Information interaction design: A unified field theory of design // *Information design*. 1999. P. 267–292.
18. *Tsvetkov V. Ya.* Information interaction // *European Researcher*. 2013. Vol. 62. № 11-1. P. 2573–2577.
19. *Поспелов Д.А.* Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986.
20. *Цветков В.Я.* Основы теории предпочтений. М.: МаксПресс, 2004. 48 с.
21. *Saaty T.L.* Decision making with the analytic hierarchy process *International journal of services sciences*. 2008. № 1. P. 83–98.
22. *Grossman S. J., Hart O. D.* An analysis of the principal-agent problem // *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 1983. P. 7–45.
23. *Cvitanić J., Zhang J.* *Principal–Agent Problem* // *Contract Theory in Continuous-Time Models*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. P. 3–6.
24. *Holmstrom B., Milgrom P.* Multitask principal-agent analyses: Incentive contracts, asset ownership, and job design // *Journal of Law, Economics, & Organization*. 1991. P. 24–52.
25. *Tsvetkov V.Ya.* Information Situation and Information Position as a Management Tool // *European Researcher*. 2012. Vol. 36. № 12-1. P. 2166–2170.
26. *Tsvetkov V.Ya.* Multipurpose Management // *European Journal of Economic Studies*. 2012. Vol. 2. № 2. P. 140–143.
27. *Wen Y. M., Lu B. L.* A cascade method for reducing training time and the number of support vectors // *Advances in Neural Networks–ISNN*. 2004. Springer Berlin Heidelberg. 2004. P. 480–486.
28. *Tsvetkov V.Ya.* Complexity Index // *European Journal of Technology and Design*. 2013. Vol. 1. № 1. P. 64–69.

### Methods of estimating the benefits of information

*Viktor Yakovlevich Tsvetkov, Professor, Doctor of Technical Sciences, Center fundamental and advanced research, the deputy head, Research and Design Institute of design information, automation and communication on railway transport, JSC NIIAS – HEAD OFFICE*

*The article describes the characteristics of the new information – information advantage. This article describes the methods of analysis of information advantage. The article reveals the contents of the new concepts. This article contains analytical expressions that allow for evaluation under fuzzy and semi-structured information. The proposed methods allow to simulate real situations of competition.*

*Keywords: management, decision making, risk, information, information asymmetry, information advantage, communication, risk minimization*