

## Модель адаптивного распределения ограниченных инновационных ресурсов на основе неманипулируемых механизмов

*О. В. Лавриченко*

*ОАО «Концерн Моринформсистема-Агат», Москва*

**Аннотация:** В статье рассматриваются отдельные аспекты проблемы сбалансированного распределения ограниченных инновационных ресурсов промышленного концерна между предприятиями. Предлагается авторское решение этой задачи на основе неманипулируемых механизмов поддержки принятия решений. Обосновано, что при определенных условиях, в частности, при нетрансферабельной полезности, оптимальные процедуры принятия решений в экономических системах необходимо искать именно в классе неманипулируемых механизмов поддержки принятия решений менеджерами.

**Ключевые слова:** инновационные ресурсы, концепция сбалансированного распределения ограниченных ресурсов, теория экономики активного коннекта, неманипулируемые механизмы, трансферабельная полезность.

Информационные и когнитивные технологии входят в перечень критических технологий современной России, определенный в указе Президента РФ №899 от 7 июля 2011 года, а также являются приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники согласно «Прогнозу научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года».

В современных условиях экономического развития российских предприятий, характеризующихся усиливающимися санкционными мерами стран ЕС и США, особую роль приобретают технологии более высокого уровня – уровня самоорганизации, являющиеся эндогенной основой авторской теории экономики активного коннекта.

Термин «теория экономики активного коннекта» впервые был введен автором и до сих пор пока не применялся, однако потребность в нем имеется уже давно, так как это целостная, развивающаяся система знания, исследующая хозяйственную деятельность человека, которая предусматривает широкое применение информационных и когнитивных технологий в процессах производства, распределения и потребления общественных благ[1].

Фундаментальная характеристика авторской теории – антропогенные факторы, прямо или косвенно влияющие на эффективность распределения ограниченных инновационных ресурсов предприятий между объектами инноваций. Результат негативного влияния антропогенных факторов на данный процесс автор определил как антропогенный сукцессии, для ограничения которых необходима разработка их мониторинга или эконормирование.

Данный аспект проблемы уже рассматривался автором с позиций многомерных структур неоднородной совокупности ограниченных инновационных ресурсов на основе методов случайных выборок, отношения Парето и экстремальных значений интеграла Шоке[2].

В данной статье предпринята попытка решения задачи сбалансированного распределения ограниченных инновационных ресурсов промышленного концерна между предприятиями, входящими в его состав, на основе неманипулируемых механизмов поддержки принятия решений.

Анализ теоретических работ и исследований в современной теории управления экономическими системами показывает, что на сегодняшний день диспаритетность в распределении ограниченных инновационных ресурсов российских предприятий – это главная проблема их инновационной активности[3].

Большинство авторов считают, что при разработке механизмов обеспечения эффективности принимаемых решений необходимо учитывать возможность манипулирования, то есть целенаправленного искажения менеджерами предприятий сообщаемой информации лицам, принимающим решения (ЛПР) на концерне, с целью обеспечения принятия для них более благоприятных решений[4].

Поэтому механизмы поддержки принятия решения ЛПР концерна, которые более устойчивы к недостоверной информации, получаемой от менеджеров предприятий, мы назвали неманипулируемыми.

В ходе этих исследований было доказано, что при определенных условиях, в частности, при нетрансферабельной полезности, оптимальные процедуры принятия решений в экономических системах необходимо искать именно в классе неманипулируемых механизмов[5].

Под полезностью автор понимает формализацию заинтересованности менеджеров предприятий в принимаемых решениях ЛПР концерна и типизацию информации об их предпочтениях относительно результатов этих решений, которые могут быть представлены с помощью функции полезности; а термин «трансферабельная» с английского «transferable» переводится как абсолютная или аддитивная.

И, тем не менее, несмотря на многочисленные исследования до сих пор остается целый ряд открытых вопросов[6]:

Во-первых, для задачи распределения ограниченных ресурсов существуют алгоритмы построения неманипулируемых механизмов, но отсутствует аналитическая форма их записи. Это не позволяет рассматривать ее как коллективное принятия решения, так как значительная часть исследований по неманипулируемым процедурам сосредоточена на случае конечного множества допустимых вариантов решений, что зачастую оказываются неприменимым если множество допустимых результатов планирования не является конечным[7].

Во-вторых, рассматриваемые неманипулируемые механизмы достаточно сильно различаются друг от друга как по описанию, так и по своим свойствам. Они широко описаны для случаев, когда для каждого предприятия существует своя индивидуальная схема принимаемого решения, а решения, касающиеся других предприятий, входящих в концерн, не влияют

---

на него (индивидуальное планирование), но при этом все эти решения связаны между собой ресурсными ограничениями концерна и влияют на их полезность для всех предприятий без исключения (коллективное планирование). Это же, в свою очередь, затрудняет разработку неманипулируемых механизмов и для «смешанных» задач, в которых менеджеры предприятий могут быть заинтересованы только в части принимаемых решений, однако их декомпозиция до «индивидуальных» компонентов невозможна[8].

В-третьих, серьезной проблемой для практической реализации неманипулируемых механизмов поддержки принятия решения является их сложность, то есть их неочевидность и непрозрачность. Данная проблема может быть решена путем применения более простых механизмов, эквивалентных эффективным манипулируемым[9].

Таким образом, наиболее актуальной задачей для современных исследований является разработка общих принципов построения и применения эффективных неманипулируемых механизмов поддержки принятия решений, и в первую очередь – для задач с нетрансферабельной полезностью и с непрерывным множеством допустимых вариантов.

Задача индивидуального принятия решения менеджером промышленного концерна нами представлена как задача многокритериального коллективного планирования с менеджерами предприятий, входящих в структуру концерна, для случая нетрансферабельной полезности. Это позволило синтезировать новый механизм распределения ограниченных инновационных ресурсов, являющийся эффективным по критерию суммарной полезности принятого решения для менеджеров предприятий, а также проведено теоретическое и экспериментальное исследование поведения менеджеров предприятий в данном механизме[10].

---

Формально процесс поддержки принятия решения записывается следующим образом: обозначим через  $X$  множество допустимых значений набора планируемых параметров для промышленного концерна,  $\Omega$  - множество возможных значений исходной информации  $\omega$ , передаваемой предприятиями концерну (набор параметров, на основании которых принимается решение)[11].

Пусть для некоторого критерия эффективности  $K$  (например, затраты на производство, объем выпуска и т.д.) процедура планирования  $f: \Omega \rightarrow X$  - оптимальная (далее - целевая процедура). С точки зрения управляемости, целевая процедура должна быть однозначной - в случае, если для какого-либо  $\omega$  существует множество планов  $X^*(\omega) \in X$ , оптимальных по критерию  $K$ , то процедура планирования должна обеспечивать выбор единственного решения  $x^* \in X^*(\omega)$ .

Заинтересованность менеджеров предприятий в определенных решениях о распределении ограниченных инновационных ресурсов концерна между предприятиями формализуется функциями полезности  $u^i: \Omega \times X \rightarrow R^i$ , где  $i \in N$  - индекс предприятия,  $N$  - множество предприятий. Класс возможных функций полезности обозначим  $U^i$ . Набор функций полезности (профиль предпочтений) обозначим  $u$ , а множество его возможных значений -  $U = \times_{i \in N} U^i$ . С точки зрения теории эффективных механизмов особую роль играют процедуры принятия решений, которые являются эффективными по Парето[12].

Задачу принятия решения будем называть индивидуальной, если

$X = \times_{i \in N} X^i$  то  $\forall i \in N u^i: \Omega \times X^i \rightarrow R^i$  - то есть набор планируемых параметров может быть разделен на несколько, от каждого из которых зависит целевая функция только соответствующего предприятия.

Задачу планирования будем называть смешанной, если  $\exists S \in 2^N \setminus \emptyset: X = \times_{C \in N} X^C: \forall C \in S, \forall i \in C u^i: \Omega \times X^C \rightarrow R^i$ .

Задачу планирования будем называть коллективной, если функция полезности каждого из подчиненных предприятий зависит от всего плана - т.е.  $\exists \mathfrak{N} \in 2^N \setminus \emptyset : X = \times_{C \in \mathfrak{N}} X^C, \forall C \in \mathfrak{N}, \forall i \in Cu^i : \Omega \times X^C \rightarrow R^i$

В рамках подобной формализации необходимо определить  $\omega_f : \Omega \times U \rightarrow v$  - преобразование, описывающее искажение передаваемой информации менеджерами предприятий с учетом их активности при заданной  $f$ . Если  $\omega_f = \omega$ , то процедура планирования  $f$  является неманипулируемой, т.е. устойчивой к активности менеджеров предприятий [13].

Для принятия решения лицом, принимающим решение на концерне, необходимо введение критерия, определяющего, на сколько сильно искажаются результаты распределения ограниченных инновационных ресурсов концерна из-за активности менеджеров предприятий [14]. На практике в качестве данного критерия рассматривается погрешность манипулирования - максимальное рассогласование результатов планирования без и с учетом активности подчиненных по некоторой метрике  $L$ :

$$\Delta_f = \max_{\omega \in \Omega, u \in U} \|f(\omega) - f(\omega_f(\omega, u))\|_L$$

По умолчанию в работе используется метрика  $L_1$ . При выборе окончательного варианта решается задача уменьшения погрешности манипулирования. Для ее формализации обозначим механизм  $\rho = \langle S, \pi \rangle$ , где  $S = \times_{i \in N} S^i$ ,  $S^i$  - множество допустимых действий (не только сообщений) подчиненного предприятия,  $i \in N, \pi : S \rightarrow X$  - процедура выбора варианта решения, учитывающая активность подчиненных менеджеров предприятий [15].

Множества  $S$  и  $\Omega$  могут не иметь между собой ничего общего, но в рамках данной работы существенным является преобразование  $S_\pi : \Omega \times U \rightarrow S$ , определяющее действия подчиненных предприятий в процедуре  $\pi$ .

Множество допустимых процедур принятия решений обозначим  $\Pi$ , множество допустимых механизмов -  $P$ . Поиск решения задачи активной поддержки принятия решений будем производить на основе модифицированного критерия (1):

$$\Delta_f(p) = \max_{\omega \in \Omega, u \in U} \|f(\omega) - \pi(S_\pi(\omega, u))\|_L \quad (1)$$

Сформулируем два определения, позволяющих нам решить задачу с применением неманипулируемых механизмов поддержки принятия решений менеджером промышленного концерна по сбалансированному распределению ограниченных инновационных ресурсов между предприятиями при их нетрансферабельной полезности [16]:

Определение 1. Механизм  $p \in P$  является решением поставленной задачи, если он аппроксимирует целевую процедуру  $f$  (2):

$$p_f^* \in \text{Arg min}_{p \in P} \Delta_f(p) \quad (2)$$

Очевидно, что «идеальным» решением данной задачи является механизм, для которого  $\Delta_f(p) \equiv 0$ .

Определение 2. Механизм  $p \in P$  полностью реализует целевую процедуру  $f$ , если  $\Delta_f(p) \equiv 0$ . При этом соответствующая целевая процедура называется полностью реализуемой.

Для определения достаточности и целесообразности применения некоторых классов механизмов для решения поставленной задачи введем следующие определения:

Определение 3. Механизмы  $p = \langle S, \pi \rangle$  и  $\tilde{p} = \langle \tilde{S}, \tilde{\pi} \rangle$  эквивалентны для заданных  $\Omega$  и  $U$ , если  $\forall \omega \in \Omega, \forall u \in U \pi(S_\pi(\omega, u)) \equiv \tilde{\pi}(\tilde{S}_{\tilde{\pi}}(\omega, u))$ .

**Определение 4.** Процедура планирования  $f$  обладает нередуцируемой погрешностью манипулирования, если механизм  $\langle \Omega, f \rangle$  является решением задачи.

Обозначим  $f_p$  - целевую процедуру принятия решения, которая реализуется некоторым механизмом планирования  $\rho$ . Если обозначить  $F_p$  - множество всех целевых процедур планирования, реализуемых классом механизмов  $P$ , то определение (2) решения задачи может быть сформулировано в терминах подобных процедур (3):

$$\rho: f_p \in \text{Arg} \min_{f \in F_p} \max_{\omega \in \Omega} \|f(\omega) - \tilde{f}(\omega)\|. \quad (3)$$

Таким образом, как показало проведенное автором исследование, математическая модель (3) представляет собой задачу проблемно-целевого моделирования, а полученные результаты по управлению распределением ограниченных инновационных ресурсов промышленного концерна между предприятиями являются наиболее сбалансированными и обеспечивают соблюдение принципа Парето-доминирования.

### Литература

1. Лавриченко О.В. Системный анализ и управление инновационной системой промышленного предприятия: монография.-М.:Издательство Московского гуманитарного университета, 2015. 234 с.
2. Лавриченко О.В. Модель сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций // Известия Саратовского университета.Новая серия.Серия: экономика.Управление.Право.Т.14.№2-2.2014. С.426-430
3. Стебаков А.А. Методы измерения уровня социального капитала в России и за рубежом // Известия Саратовского университета.Новая серия.Серия: Экономика.Управление.Право.Т.14.№2-2.2014.С.430-437.



4. Коргин Н.А. Представление механизма последовательного распределения ресурсов как неманипулируемого механизма многокритериальной активной экспертизы // Управление большими системами: сборник трудов. 2012. №36. С.186-208.
  5. Коргин Н.А. Неманипулируемые механизмы принятия решений в управлении организационными системами: дисс. ... докт. техн. наук. М.: ИПУ РАН, 2013. 289 с.
  6. Лавриченко О.В. Декомпозиция задачи оптимизации сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленного предприятия между объектами инноваций // Молодой ученый. 2014. №10(60). С.164-168.
  7. Лавриченко О.В. Математическое обеспечение системы сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций // Журнал научных и прикладных исследований. 2014. №5. С.74-80.
  8. Lavrichenko O.V. Intentionality of the theory of economics of active connect // Paradigmata poznani. Prague. 2014. №3. pp.22-28.
  9. Лоскутов А.Б., Солнцев Е.Б., Петрицкий С.А., Терентьев П.В. Методика интегральной оценки уровня энергоэффективности непромышленных объектов // Инженерный вестник Дона, 2014, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2477](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2477).
  10. Земцов А.Н., Болгов Н.В., Божко С.Н. Многокритериальный выбор оптимальной системы управления базы данных с помощью метода анализа иерархий // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2360](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2360).
  11. Fouchal H., Gandibleux X., LeHuede F. Preferred solutions computed with alabal setting algorithm based on Choque integral for multi-objective shortest paths // Symposium on computational intelligence in multicriteria decision-making. 2011. pp.76-78.
-

12. Galand L., Parny P., Spanjard O. A branch and bound Choque integral optimization in multicriteria problems // Multiple criteria decision making for sustainable energy and transportation systems. 2010. pp. 355-365.
13. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1982. 256 с.
14. Подиновский В.В. Об относительной важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений // Многокритериальные задачи принятия решений. М.: Машиностроение, 1978. С. 48-92.
15. Nelyubin A., Podinovskiy V. Algorithmic decision rule using ordinal criteria importance coefficients with a first ordinal metric scale // Comput. Math. Math. Phys. 2012. № 1. pp. 43-59.
16. Лазарев Е.А., Мисевич П.В., Шапошников Д.Е. Бикритериальная модель сети передачи данных // Системы управления и информационные технологии. 2011. № 3.2 (45). С. 255-258.

### References

1. Lavrichenko O.V. Sistemnyi analiz i upravlenie innovatsionnoi sistemoi promyshlennogo predpriiatiia [System analysis and management of innovative systems of industrial enterprises]. Moscow, MGU Publ., 2015. 234 p.
  2. Lavrichenko O.V. Izvestija Saratovskogo universiteta. Novaja serija. Serija: jekonomika. Upravlenie. Pravo. T. 14. №2-2. 2014. pp. 426-430
  3. Stebakov A.A. Izvestija Saratovskogo universiteta. Novaja serija. Serija: Jekonomika. Upravlenie. Pravo. T. 14. №2-2. 2014. pp. 430-437.
  4. Korgin N.A. Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov. 2012. №36. pp. 186-208.
  5. Korgin N.A. Nemanipuliruemye mekhanizmy priniatiia reshenii v upravlenii organizatsionnymi sistemami. Dokt. Diss. [Non-manipulable mechanisms of decision-making in the management of organizational systems. Doct. Diss.]. Moscow. IPU RAS Publ., 2013. 289 p..
  6. Lavrichenko O.V. Molodoj uchenyj. 2014. №10(60). pp. 164-168.
-



7. Lavrichenko O.V. Zhurnal nauchnyh i prikladnyh issledovaniy. 2014. №5.pp.74-80.
8. Lavrichenko O.V. Paradigmata poznani.2014.№3.pp.22-28.
9. Loskutov A.B., Solntsev E.B., Petritskiy S.A., Terent'ev P.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2014. №3.URL: [ivdon.ru/ ru/ magazine/ archive/ n3y2014/ 2477](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2477).
- 10.Zemtsov A.N., Bolgov N.V., Bozhko S.N. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2014. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2360](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2360).
- 11.Fouchal H.,GandibleuxX.,LeHuede F. Preferred solutions computed with alabal setting algorihm based on Choque integral for multi-objective shortest paths.Simposium on computational intelligence in multicriteria decision-making.2011.pp.76-78.
- 12.Galand L., Parny P., Spanjard O. A branch and bound Choque integral optimization in multicriteria problems.Multiple criteria decision making for sustainable energy and transportation systems.2010.pp.355-365.
- 13.Podinovskiy V.V., Nogin V.D. Pareto–optimal'nye resheniya mnogokriterial'nykh zadach [Pareto-optimal Solutions of the Multiobjective Problems]. Moscow: Nauka. 1982. 256 p.
- 14.Podinovskiy V.V. Ob otnositel'noy vazhnosti kriteriev v mnogokriterial'nykh zadachakh prinyatiya resheniy [On the Relative Preferences of Criteria Importance in Problems of Multicriteria Decision Making] . Moscow: Mashinostroenie. 1978. pp. 48–92.
- 15.Nelyubin A.,Podinovskiy V. Comput. Math. Math. Phys. 2012, № 1.pp. 43–59.
- 16.Lazarev E.A., Misevich P.V., Shaposhnikov D.E. Sistemy Upravleniya I Informatsionnye Tekhnologii. 2011. № 3.2 (45). pp. 255–258.