

6. Ильина А.А., Богданова Л.С. Специальные методы исследования систем управления // Актуальные вопросы экономических наук. – 2009. – № 4-1. – С. 12–16.

7. Барabanщиков А.В., Баркалов С.А., Ханов А.М. Методы моделирования технологических процессов в строительстве // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – Т. 6. № 7. – С. 105–109.

8. Шевченко В.В. Операционно-игровой сценарный подход к поддержке принятия решений в высокотехнологичных корпорациях // Computational nanotechnology. – 2017. – № 2. – С. 80–84.

9. Егорова Л.С., Старосотникова В.Ю. Методы оценки уровня эффективности управления творческим коллективом // Вестник Костромского государственного университета. – 2012. – Т. 18. № 2. – С. 180–183.

УДК 303.094

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-70

Поспелов Капитон Николаевич,

аналитик,

Лаборатория «Цифровое моделирование промышленных систем»
Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

ТЕОРЕТИКО-ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В ПОРТФЕЛЕ ПРОЕКТОВ ДЛЯ ОГРАНИЧЕННО РАЦИОНАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, kapiton.pospelov@spbpu.com

Аннотация. Цель работы — выбрать или сформировать в концептуальном виде базовую модель распределения ресурсов при управлении портфелем проектов, исходя из специфики инновационных проектов в типовом моделируемом портфеле и необходимости решения задачи учета ограниченной рациональности. В качестве такой модели предлагается адаптированная и дополненная теоретико-игровая модель системы с распределенным управлением. Введен новый критерий практического согласования, изменены некоторые базовые формулы. Предполагается, что данная модель будет лучше применяться на типовой задаче распределения ресурсов в портфеле проектов и с учетом влияния ограниченной рациональности позволит осуществить более точное прогнозирование течения работ в рамках портфеля.

Ключевые слова: портфель проектов, теория игр, теоретико-игровые модели, управление ресурсами, ограниченная рациональность, инновационные проекты, стратегические взаимодействия.

Kapiton N. Pospelov,
Analyst,
Laboratory “Digital modeling of industrial systems”
of the “Digital Engineering” Advanced Engineering School, SPbPU

GAME-THEORETIC MODEL OF RESOURCE ALLOCATION IN A PROJECT PORTFOLIO FOR BOUNDED RATIONAL AGENTS

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
kapiton.pospelov@spbpu.com

Abstract. The purpose of work is to select or conceptually form a basic resource allocation model for project portfolio management, based on the specifics of innovative projects in a typical modeled portfolio and the need to solve the problem of accounting for limited rationality. An adapted and augmented game-theoretic model of a distributed control system is proposed as such a model. A new criterion for practical coordination has been introduced, and some basic formulas have been changed. It is assumed that this model will be better applied to the typical task of allocating resources in a portfolio of projects and, taking into account the influence of limited rationality, will allow for more accurate forecasting of the course of work within the portfolio.

Keywords: project portfolio, game theory, game-theoretic models, resource management, limited rationality, innovative projects, strategic interactions.

Введение

Цель настоящей работы — выбрать или сформировать в концептуальном виде базовую модель распределения ресурсов при управлении портфелем проектов, исходя из специфики инновационных проектов в типовом моделируемом портфеле и необходимости решения задачи учета ограниченной рациональности.

В отношении моделей распределения ресурсов в портфеле проектов ранее необходимо заметить, что в отличие от, например, моделей формирования портфелей проектов, сложно выделить отдельные универсальные модели, предназначенные для решения класса подобных задач. Конкретные модели распределения ресурсов могут разрабатываться под отдельные портфели проектов на основе некоторых базовых, в том числе, основанных на теории игр [4–6]. В рамках работы предполагается предложение условно универсальной модели, которая с естественными изменениями может быть применена к любому портфелю проектов с целью учета ограниченной рациональности агентов, задействованных в принятии решений в рамках такого портфеля.

Инструментарий теории игр применим для решения задач портфельного управления, потому как подразумевает описание многосторонних многоцелевых стратегических взаимодействий, а потому безусловно может быть использован для описания соответствующих указанным критериям взаимодействий в процессах принятия решений в портфельном управлении.

1. Описание базовой модели в приложении к задаче портфельного управления

Необходимо обосновать применимость модели распределенного управления к типовой задаче распределения ресурсов в рамках портфельного управления. В работе «Модели и методы управления портфелями проектов» [3] приводится соответствующий пример в виде теоретико-игровой модели системы с распределенным управлением, рассмотренной в контексте портфеля проектов. Далее модель приводится в виде, несколько измененном по сравнению с авторским, для лучшего соответствия типовой задаче управления ресурсами портфеля проектов.

В случае выделения ресурсов на управление портфелем проектов стратегическими агентами в теоретико-игровой модели будут являться руководители проектов в составе портфеля и функциональный руководитель, ответственный за распределение того или иного вида ресурса (в общем случае это может быть руководитель портфеля проектов). В качестве примера рассмотрим портфель, состоящий из двух проектов, то есть набор агентов будет включать одного руководителя портфеля и двух руководителей проектов. Обозначим руководителя портфеля как L_{Port} , а руководителей проектов, соответственно, как L_{Proj1} и L_{Proj2} .

Ресурс в рамках данной модели может быть любым, предполагается, что для всех возможных для контроля ресурсам механизм распределения в целом остается схожим.

Набор стратегий L_{Port} в отношении каждого проекта является непрерывным множеством значений в диапазоне от нуля до единицы $[0; 1]$, означающее выделение некоторой доли от общего объема доступного ресурса (в случае с бюджетом, например, всего бюджета портфеля). В базовой модели предполагается, что ресурс расходуется полностью, а значит суммарно выделенный ресурс на проекты будет равен общему объему ресурса (что упрощает вычисление объема, выделенного на второй проект, как разности единицы и доли первого проекта).

Доходы L_{Proj1} и L_{Proj2} соответственно равны объемам ресурсов, выделенным на их проекты, пускай r и $1 - r$.

При выделении ресурса в адрес первого проекта L_{Port} несет затраты в размере (1) в связи с трансфертными (внутрикорпоративными) издержками [5]. Трансфертная цена — это цена, по которой товары или услуги передаются между различными подразделениями внутри одной и той же компании.

$$c = 0,5\alpha r^2 + 0,5\beta(1 - r)^2, \quad (1)$$

где $\alpha \geq 0$ и $\beta \geq 0$ — трансфертные ставки использования ресурса (трансфертная цена потребления) в первом и втором проектах соответственно (зависят только от вида ресурса, но не от объема его выделения).

Трансфертное ценообразование важно для транснациональных компаний, которые работают в нескольких странах, где налоговое законодательство и нормативные акты могут существенно отличаться в разных странах. Устанавливая трансфертные цены, компании могут распределять прибыль и расходы между различными подразделениями или дочерними компаниями таким образом, чтобы минимизировать свои общие налоговые обязательства. Однако при этом трансфертные издержки справедливы и для мононациональных и даже нераспределенных компаний: например, такой издержкой можно считать затраты рабочего времени сотрудника на то, чтобы переместиться с одной площадки на другую, или интеллектуальный труд, совершенный при переключении с одного вида деятельности на другой.

При этом, предполагая распределение затрат L_{Port} на подчиненных ему в рамках портфеля L_{Proj1} и L_{Proj2} , трансфертные издержки разделяются между руководителями проектов. В таком случае для первого руководителя проекта целевой функцией становится разность выгоды — то есть объема выделенного ресурса — r от получения ресурса и размера трансфертных издержек (2).

$$U_1 = r - 0,5ar^2. \quad (2)$$

Аналогично для второго руководителя проекта целевая функция будет иметь вид (3).

$$U_2 = (1 - r) - 0,5\beta(1 - r)^2. \quad (3)$$

В таком виде с незначительными отличиями задача ставится в источнике [4]. Однако нужно отметить, что при больших значениях трансфертных ставок (1 и выше) возможна ситуация, при которой большие объемы ресурсов выделять невыгодно. В этом случае предлагается адаптировать модель и ввести объемы r_1 и r_2 потребления ресурсов первым и вторым проектами соответственно, такие что $r_1 + r_2 \leq 1$, но не обязательно $r_1 + r_2 = 1$, как в постановке выше.

Важным замечанием является стратегическое влияние агента L_{Port} в данной модели. Он не просто выделяет ресурс и перекладывает издержки на руководителей проектов, но и следит за общим состоянием портфеля и объемами его ресурсов в буфере. Соответственно, у него также есть целевая функция, имеющая вид (4) и содержательно означающая свободный, нераспределенный ресурс портфеля проекта.

$$U_0 = 1 - (r_1 + r_2) - (0,5ar^2 + 0,5\beta(1 - r)^2). \quad (4)$$

2. Алгоритм итерационной игры

Задача распределения ресурсов представляется в виде итерационной последовательной игры. Стратегией руководителей проектов является выбор такого объема запроса, при котором им будет ожидаемо выделен требуемый объем средств. Затем принимает решение руководитель

портфеля проектов: он определяет свою ресурсную потребность в соответствии с персональными приоритетами. Далее осуществляется проверка некоторого практического условия согласования (не совпадающим с условием согласования, предложенным авторами [4], ввиду невозможности практического сопоставления эффективности совместного и распределенного управления). Если возражающих против распределения средств на проекты нет, то ресурс распределен; в противном случае инициируется повторение игры. В различных вариациях допускается изменение этого условия. Такие уточнения касаются приложения теоретико-игровой модели к конкретным практическим задачам и в настоящей работе не рассматриваются.

На рисунке 1 представлен алгоритм игрового взаимодействия в общем виде.

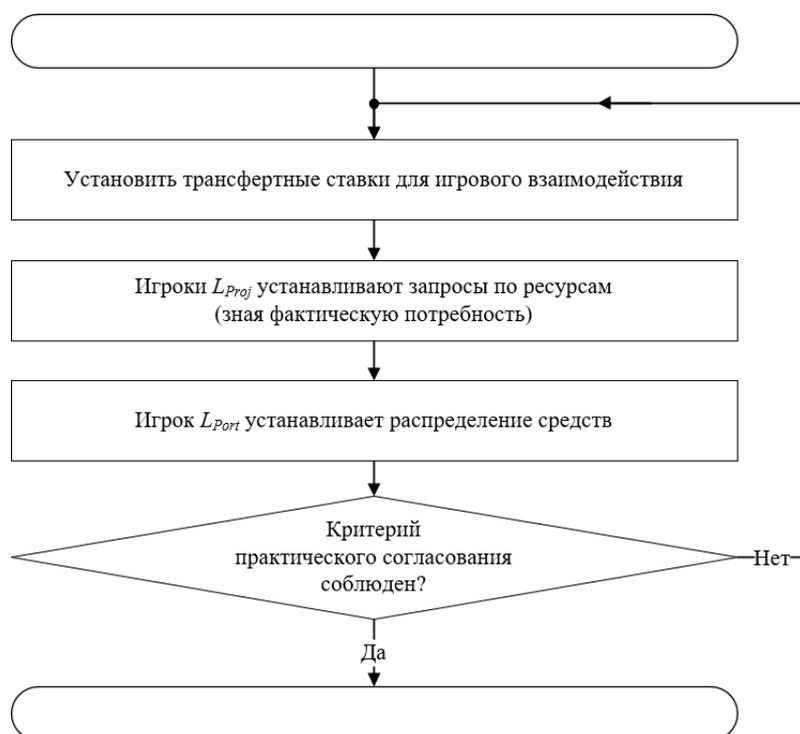


Рис. 1. Общий алгоритм игрового взаимодействия по теоретико-игровой модели распределения ресурсов в рамках портфеля проектов

Заключение

В представленной теоретико-игровой модели на всех трех этапах игрового взаимодействия наблюдаются проявления ограниченной рациональности. Отчасти они связаны как раз со спецификой игрового взаимодействия и в этом смысле находит еще одно подтверждение предположение о применимости для решения задачи теоретико-игровой модели. Обозначим проявление ограниченной рациональности в модели:

1. Этап установки трансфертных ставок. Само по себе определение трансфертной цены — особенно для нестрогих исчисляемых ресурсов (например, трудозатрат или знаний) — является экспертной задачей. На практике ее решает всего один эксперт, моделирующий ситуацию распределения ресурсов и руководствующийся при этом, в лучшем случае, эмпирическими данными. Это, естественно, подразумевает простор для проявления ограниченной рациональности.

2. Этап запросов ресурсов от руководителей проектов. В данном игровом взаимодействии информация является закрытой — фактические потребности в ресурсах известны на практике из стратегически действующих агентов только руководителю соответствующего проекта. Поэтому установка цен является закрытым игровым взаимодействием, в котором каждая стратегия выбирается исходя из представления о том, сколько существует проектов и каков общий объем ресурса. Каждое принимаемое здесь решение по определению ограничено рационально, поскольку принимается в условиях недостатка информации.

3. Этап распределения ресурсов руководителем портфеля. Руководитель портфеля также не обладает полнотой информации о потребностях проектов в портфеле. При этом его профиль стратегий условно неограничен — в модели допускается, что перерасход ресурсов возможен. Соответственно, и здесь существует возможность вынесения решений, основанных на фрагментарных данных — следовательно, проявляется ограниченная рациональность.

По сравнению с базовыми моделями в [4] и [5] в представленной вариации меньше внимание уделяется финансовой составляющей и денежным потокам, но несколько большее — вопросам взаимодействия руководителей проектов и портфеля. Введен новый критерий практического согласования, изменены некоторые базовые формулы. В целом предполагается, что данная модель будет лучше применяться на типовой задаче распределения ресурсов в портфеле проектов и с учетом влияния ограниченной рациональности позволит осуществить более точное прогнозирование течения работ в рамках портфеля.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание № 075-03-2023-004 от 13.01.2023).

Список литературы

1. Грундел Л.П., Малис Н.И. Налоговое регулирование трансфертного ценообразования в России. – М.: Магистр, 2019. – 256 с.
2. Губко М.В. Управление организационными системами с коалиционным взаимодействием участников. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 140 с.
3. Караваев А.П. Модели и методы управления составом активных систем. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 151 с.

4. Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.

5. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – М.: ИПУ РАН, 2005. – 472 с.

6. Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы функционирования организационных систем с распределенным контролем. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 118 с.

7. Усова Ю.П., Чинарева О.И. Проблемы в управлении проектами и способы их решения // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6.

8. Masters P., Sardina S. Expecting the unexpected: Goal recognition for rational and irrational agents // Artificial Intelligence. – 2021. – Vol. 297.

9. Paluch S., Antons D., Brettel M., Hopp C., Salge T.-O., Piller F., Wentzel D. Stage-gate and agile development in the digital age: Promises, perils, and boundary conditions // Journal of Business Research. – 2020. – Vol. 110. – Pp. 495–501.

10. Wissenburg R.J.L., Kusters R.J., Martin H.H., Evers-Wagemakers J. IT project portfolio assessment criteria: development and validation of a reference model // 2022 IEEE 24th Conference on Business Informatics (CBI), 15–17 June 2022, Amsterdam, The Netherlands – 2022. – Pp. 136–145. – DOI: 10.1109/cbi54897.2022.00022.

УДК 519.86

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-71

Федяевская Дарья Эдуардовна,
лаборант,

Лаборатория «Цифровое моделирование индустриальных систем»
Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

МОДЕЛЬ КООПЕРАЦИЙ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, darya.fedyaevskaya@spbpu.com

Аннотация. В целях развития инноваций как драйвера улучшения благосостояния страны необходимо проведение комплексных фундаментальных исследований, которые позволят строить обоснованные управленческие стратегии. Одним из подходов к улучшению инновационного потенциала является кооперативная деятельность, которая несет множество преимуществ. Целью данного исследования поставлена разработка модели коопераций элементов инновационной системы. В ходе работы был проведен литературный и аналитический обзор исследований, направленных на моделирование инновационной системы. Результатами является разработанная структура инновационной системы, которая включает сектора генерации знаний, бизнеса, а также государственные органы власти и инфраструктуру; выделенные преимущества кооперативной деятельности; обозначены цели и формы коопераций.

Ключевые слова: инновационная система, промышленная кооперация, научная кооперация, партнерство, межорганизационное взаимодействие, моделирование, модель коопераций.