

УДК 519.86

**М.А. Кузнецова, С.В. Юдина**

Самарский национальный исследовательский  
университет им. академика С.П. Королева, Самара, Россия

**АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ИГРОКОВ В ДЕЛОВОЙ ИГРЕ  
ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ РЕСУРСА В РЕЖИМАХ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ЗАДАНЫМ МОДЕЛЯМ  
ПОВЕДЕНИЯ И БЕЗ НИХ**

Представлен анализ поведения агентов в ситуации с применением системы поддержки принятия решений и без нее. Игроки, а также система ориентированы на максимизацию индивидуальной целевой функции прибыли каждого отдельного агента. основополагающими принципами были приняты принципы нечеткой логики.

**Ключевые слова:** деловая игра, распределение ресурсов, система поддержки принятия решений (СППР), нечеткая логика, ограниченный ресурс.

**M.A. Kuznetsova, S.V. Iudina**

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

**THE ANALYSIS OF BEHAVIOUR OF PLAYERS  
IN THE BUSINESS GAME ON DISTRIBUTION  
OF THE RESOURCE IN THE MODES WITH USE OF SPPR  
ON THE SET BEHAVIOR MODELS AND WITHOUT THEM**

In this work the analysis of behavior of agents is carried out to situations with use of system of support of decision-making and without her. Players, and also system, are focused on maximizing individual criterion function of profit of each certain agent, the fundamental principles have accepted the principles of fuzzy logic.

**Keywords:** business game, distribution of resources, system of support of decision-making, fuzzy logic, limited resource.

Для студентов института экономики и управления была разработана деловая игра, позволяющая на практике исследовать механизмы распределения ограниченного ресурса в условиях неопределенности, для под-

держки которой создан прототип приложения на базе Microsoft Excel, позволяющий студентам смоделировать работу рассматриваемых механизмов в динамике для изучения процесса достижения равновесия. Более подробно деловая игра и разработанный прототип описаны в работах «Разработка обучающего варианта деловой игры для исследования механизмов распределения заказа» [1] и «Разработка программного инструмента для реализации и визуализации процесса достижения согласования интересов агентов при распределении ограниченного ресурса» [2].

В основе модели игры лежит уже готовая математическая модель стандартных механизмов распределения ограниченного ресурса, а именно модель распределения ресурса на основе механизма обратных приоритетов.

В механизме обратных приоритетов распределение ресурса зависит от эффекта  $A_i$  использования ресурса  $x_i$ , полученного в зависимости от заявки  $S_i$ . Таким образом, механизм будет работать путем увеличения всех заявок на число  $\gamma$ , равное отношению количества ресурса, располагаемого центром, к суммарным эффектам использования ресурсов всех агентов.

Для поддержки данной игры разработано приложение. Запустив его, игрокам необходимо ввести в  $i$ -й итерации свои заявки  $S$ , причем заявка не должна превышать объема ограниченного ресурса.

Затем будут происходить распределение ограниченных ресурсов путем уменьшения числа введенных заявок на число  $\gamma$  и расчет прибыли для каждого из агентов.

Далее, если выполняется условие, такое что три последовательно введенных заявки каждого из агентов являются одним и тем же числом, т.е. они одинаковы, то агенты добились равновесия и дальнейшее изменение заявок не имеет смысла. Если условие постоянства заявок не выполняется, тогда агенты подают заявки заново с целью достижения равновесия и получения максимальной прибыли, итерация уже будет  $i = i + 1$ . Если в течение 10 итераций игроки так и не пришли к равновесию, игра считается завершенной.

Таким образом, приложение автоматизирует процесс решения задачи распределения ограниченного ресурса на основе механизма обратных приоритетов.

В данной игре для помощи в достижении равновесия в активной системе агентам предложены различные инструменты, позволяющие рассчитать оптимальное значение заявки для каждого агента:

– СППР с использованием нечеткой логики Н.Л. Додоновой и О.А. Кузнецовой;

– СППР на основе наилучшего ответа Коргина.

Целью данной работы является оценка доверия к данным инструментам расчета оптимальной заявки.

При проведении эксперимента на трех малых группах были получены данные, по которым были построены графики, изображенные на рис. 1–9.

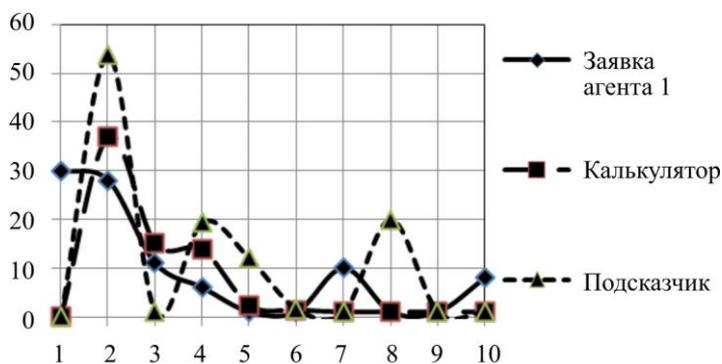


Рис. 1. Динамика распределенного ресурса в 1-й группе у 1-го агента

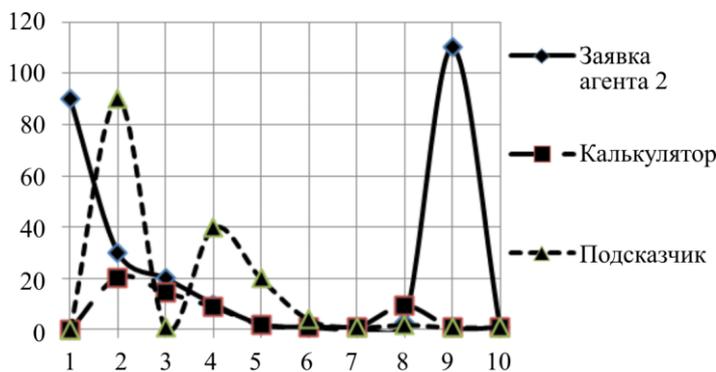


Рис. 2. Динамика распределенного ресурса в 1-й группе у 2-го агента

По графикам (см. рис. 1–3) видно, что 2 и 3-й агент первой группы доверяют в большей степени калькулятору, что нельзя сказать об агенте 1, который полностью не доверяет ни одной программе и в большей степени рассчитывает на свои силы. В данной группе ни один агент не достиг равновесия.

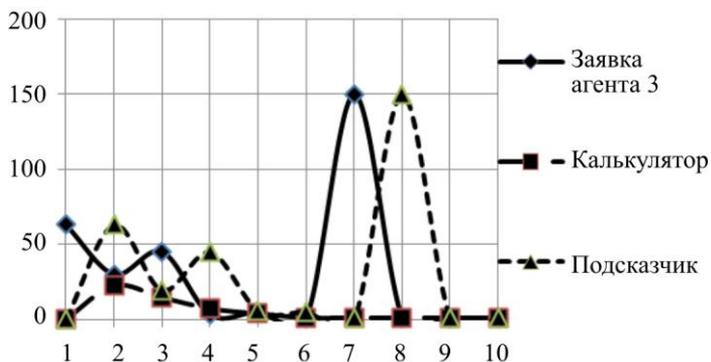


Рис. 3. Динамика распределенного ресурса в 1-й группе у 3-го агента

На рис. 4–6 изображена динамика распределенного ресурса во второй группе.

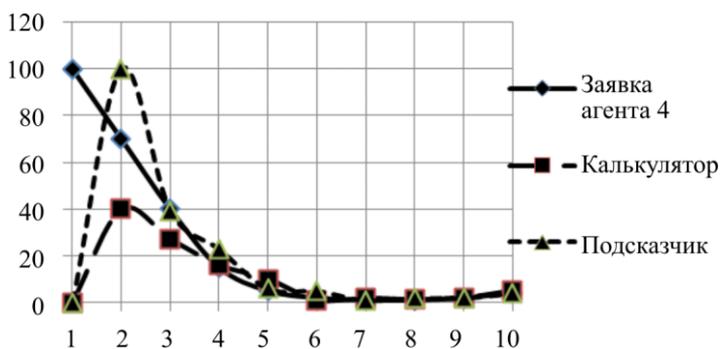


Рис. 4. Динамика распределенного ресурса во 2-й группе у 1-го агента

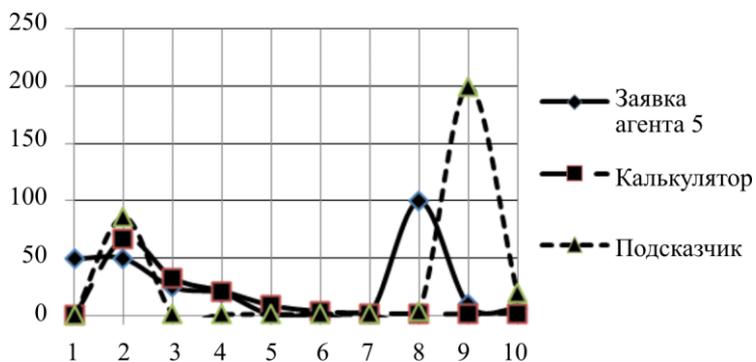


Рис. 5. Динамика распределенного ресурса во 2-й группе у 2-го агента

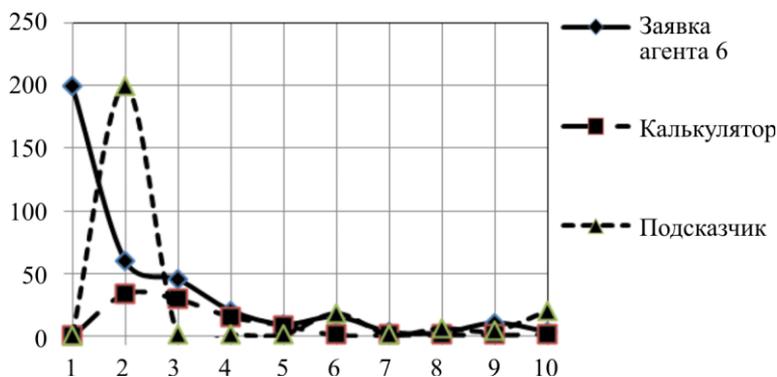


Рис. 6. Динамика распределенного ресурса во 2-й группе у 3-го агента

Во второй группе мы видим, что игроки не доверяют на каком-то шаге программам, но делают близкие значения, в отличие от агентов первой группы. В данной группе 4-й агент доверяет подсказчику на 30 %, что приводит его на 6-м шаге к равновесию, а агент 6 доверяет только калькулятору и всего на 10 %, но делает близкие значения, которые выдает программа, и также приходит практически в равновесие на 7-м шаге, чего нельзя сказать об агенте 5, который из-за недоверия к программам на протяжении всего эксперимента так и не пришел к оптимальной заявке.

На рис. 7–9 изображена динамика распределенного ресурса для третьей группы.

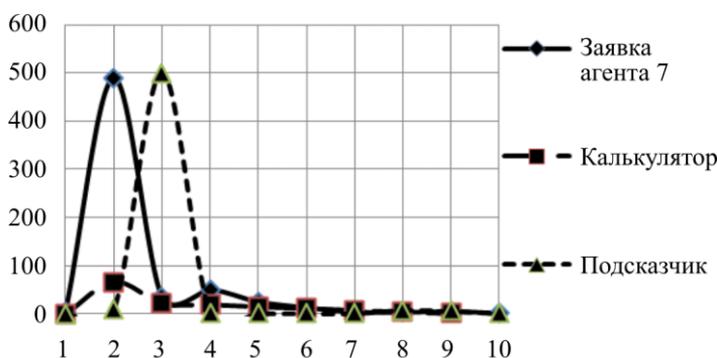


Рис. 7. Динамика распределенного ресурса в 3-й группе у 1-го агента

По графикам третьей группы видно, что в основном агенты доверялись калькулятору, но все равно делали свои заявки, близкие по зна-

чениям, которые предлагала программа, что приводило их более быстро к оптимальному значению заявки. По статистике в данной группе самая низкая степень доверия.

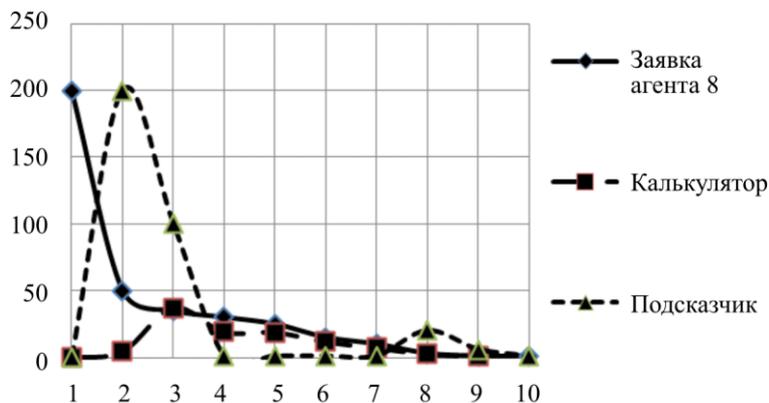


Рис. 8. Динамика распределенного ресурса в 3-й группе у 2-го агента

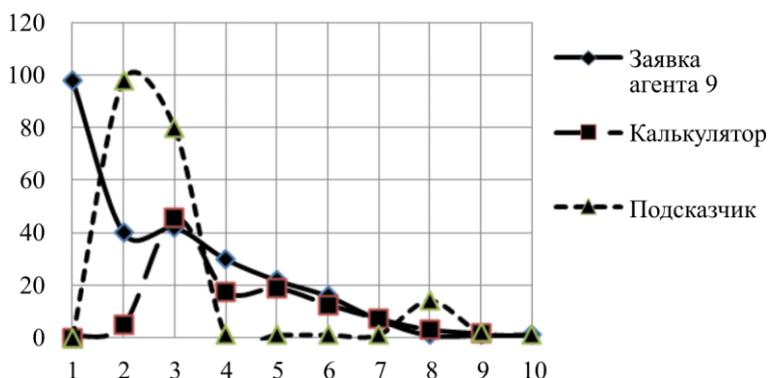


Рис. 9. Динамика распределенного ресурса в 3-й группе у 3-го агента

По всем группам можно сделать вывод, что агенты не в полной мере следуют рекомендациям, а ставят заявки, приближенные к оптимальным.

По статистическим данным, собранным в ходе исследования поведения агентов, была построена гистограмма уровня доверия агентов к рекомендациям калькулятора и подсказчика (рис. 10) по шкале от 0 до 1 (0 – нет доверия, т.е. агент не сделал ни одной заявки по рекомендации; 1 – полное доверие, т.е. все заявки агента равны заявкам, рекомендуемым инструментами).

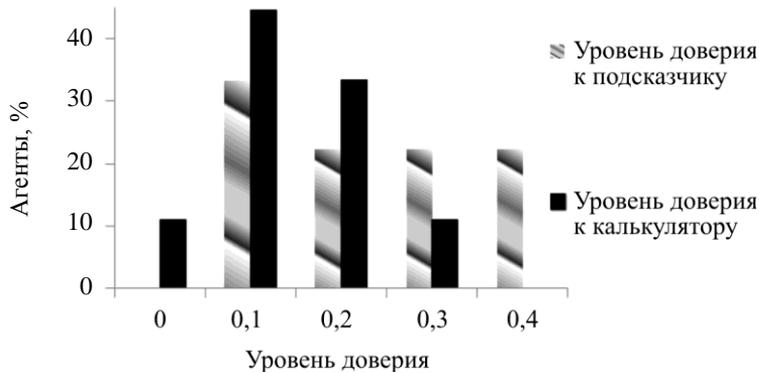


Рис. 10. Уровень доверия агентов к подсказчику и калькулятору

Как видно из данной гистограммы, ни один из агентов не доверился СППР более чем на 40 %, при этом наибольшее количество агентов (45 %) лишь единожды воспользовались калькулятором. Повторно игроки чаще обращались к советам подсказчика.

Анализируя поведение агентов, можно сделать вывод, что агенты, придерживающиеся заявок, предлагаемых СППР, достигают равновесного состояния раньше, чем агенты, делающие заявки самостоятельно, это происходит по причине того, что, действуя самостоятельно, агент высоковероятно выводит систему из равновесного состояния, намеренно искажая данные о необходимом количестве ресурса, что, в свою очередь, дестабилизирует других игроков. СППР, напротив, стремится привести агента к равновесному состоянию, и скачкообразное состояние в данном случае является лишь следствием от образовавшихся среди агентов условий.

### Список литературы

1. Разработка обучающего варианта деловой игры для исследования механизмов распределения заказа / О.А. Кузнецова, Е.П. Деметьева, М.А. Кузнецова, С.В. Юдина // Управление большими системами (УБС'2016): материалы XIII Всерос. шк.-конф. молодых ученых / под общ. ред. Д.А. Новикова, В.Г. Засканова; Ин-т пробл. упр-я им. В.А. Трапезникова РАН; Самар. ун-т. – М.: Изд-во Ин-та пробл. упр-я им. В.А. Трапезникова РАН, 2016. – С. 545-552.

2. Анализ и разработка программного инструмента для реализации и визуализации процесса достижения согласования интересов

агентов при распределении ограниченного ресурса на основе метода прямых приоритетов / О.А. Кузнецова, Е.П. Дементьева, М.А. Кузнецова, С.В. Юдина // Научная дискуссия: вопросы экономики и управления. – 2016. – № 8. – С. 76–79.

### References

1. Kuznetsova O.A., Dement'eva E.P., Kuznetsova M.A., Iudina S.V. Razrabotka obuchaiushchego varianta delovoi igry dlia issledovaniia mekhanizmov raspredeleniia zakaza [Design of education type of the business simulation game for research distribution of order mechanism]. Upravlenie bol'shimi sistemami (UBS'2016): materialy XIII Vserossiiskoi shkoly-konferentsii molodykh uchenykh. Moscow, Institut problem upravleniia imeni V.A. Trapeznikova Rossiiskoi akademii nauk, 2016, pp. 545-552.

2. Kuznetsova O.A., Dement'eva E.P., Kuznetsova M.A., Iudina S.V. Analiz i razrabotka programmno instrumenta dlia realizatsii i vizualizatsii protsessa dostizheniia soglasovaniia interesov agentov pri raspredelenii ogranichenogo resursa na osnove metoda priamykh prioritetov [Design of program tool for implementation and visualization of agent's interests coordination process at the problem of distribution of the scarce resources]. Nauchnaia diskussiia: voprosy ekonomiki i upravleniia, Samara, 2016, no. 8, pp. 76-79.

Получено 09.07.2017

### Об авторах

**Кузнецова Ольга Александровна** (Самара, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Математические методы в экономике», Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, e-mail: mkuz195@mail.ru).

**Юдина Светлана Владимировна** (Самара, Россия) – студентка, кафедра «Математические методы в экономике», Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, e-mail: lana.yudina.95@mail.ru).

### **About the authors**

**Ol'ga A. Kuznetsova** (Samara, Russian Federation) – Ph.D. in Economics, Department of Mathematical Methods in Economics, Samara National Research University (34, Moskovskoye sh., Samara, 443086, Russian Federation, e-mail: mkuz195@mail.ru).

**Svetlana V. Iudina** (Samara, Russian Federation) – Student, Department of Mathematical Methods in Economics, Samara National Research University (34, Moskovskoye sh., Samara, 443086, Russian Federation, e-mail: lana.yudina.95@mail.ru).