

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ¹

Коргин Н.А., Корепанов В.О.,
(Институт проблем управления РАН, Москва)
nkorgin@ipu.ru, vkorepanov@ipu.ru

Доклад посвящён краткому обзору результатов исследования механизмов управления в форме деловых игр за последние несколько лет. Обсуждаются результаты эффективности механизмов управления, проявляемых людьми моделей поведения, а также деловые игры как инструмент обучения.

Ключевые слова: механизмы управления, деловые игры, обучающие игры экспериментальная экономика.

1. Введение

В конце 2012 года мы задались целью проверить один механизм распределения ресурса с хорошими теоретическими свойствами на его устойчивость к поведению реальных людей методами деловых игр [1] и экспериментальной экономики [2]. Первые же результаты показали отличие от теоретических предсказаний:

1. Сильное отличие в поведении людей;
2. Меньшая эффективность механизма.

С этого момента мы начали проводить игры по различным механизмам распределения ресурсов с целью оценить их эффективность, а также понять поведение людей. Параллельно возникли и другие вопросы и задачи. Данный доклад посвящён краткому обзору следующих направлений: (1) эффективность

¹ Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 17-07-01550 А

механизмов распределения ресурса, (2) поведение людей в играх и (3) обучающие игры.

2. Эффективность механизмов распределения ресурса

Задача распределения ограниченного ресурса $R > 0$ между игроками и её проблематика описана в [3, 4]. Для игр была выбрана её конкретная реализация: $N = \{1, 2, 3\}$ - множество игроков, $R = 115$, если x_i – ресурс, полученный игроком i , то множество допустимых распределений ресурса:

$$A = \{x = (x_1, \dots, x_n) : \sum_{i \in N} x_i \leq R, x \in \mathbb{R}_+^3\}.$$

Полезность каждого игрока i от выделяемых ему ресурсов x_i определяется функцией $u_i(x_i, r_i) = \sqrt{x_i + r_i}$, где r_i – тип игрока, возможные типы игроков: (1, 9, 25).

Задача, которую должен решать механизм распределения ресурса – максимизация утилитарной полезности «общества»:

$$U(x) = \sum_i u_i(x_i, r_i) \rightarrow \max_{(x_1, x_2, x_3) \in A}$$

Максимум суммарной полезности достигается в точке $x = (49, 41, 25)$ и равен $U^* \approx 21, 21$, а полезность каждого игрока при этом одинакова и равна $u^* \approx 7, 07$.

Мы проводили игры с 5 механизмами (см. [5]), четыре из которых вводят штрафы и выигрыш игрока – разность полезности и штрафа (GL, GLR, УН, ADMM), один неманипулируемый без штрафов (Uniform), а один создан на основе алгоритма распределённой оптимизации (ADMM). Эффективность механизма понимается как близость результатов игр по нему к максимуму суммарной полезности игроков.

Сравнение по целевому критерию – суммарная полезность игроков показало, что эффективность механизмов низка по сравнению с механизмом Uniform, в котором в данном конкретном случае ресурс распределяется поровну, см. рис. 1.

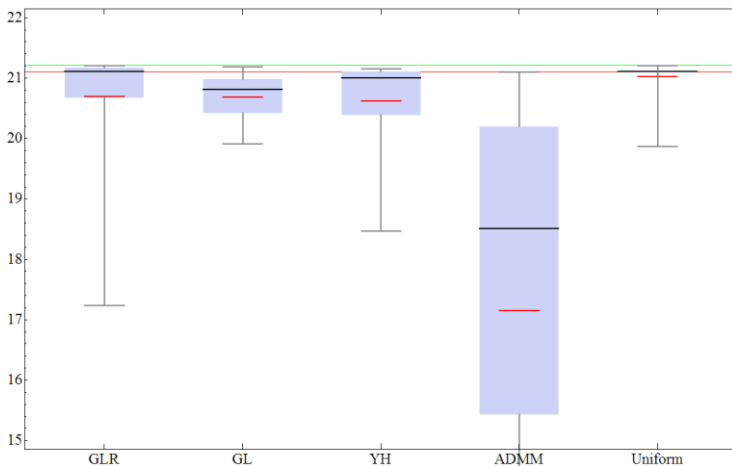


Рисунок 1. Суммарная полезность игроков в различных механизмах.

Аналогичная ситуация в итоговых распределениях ресурса в сравнении с оптимальным распределением, см. рис. 2. Разве что механизм GLR показывает лучший результат по медиане.

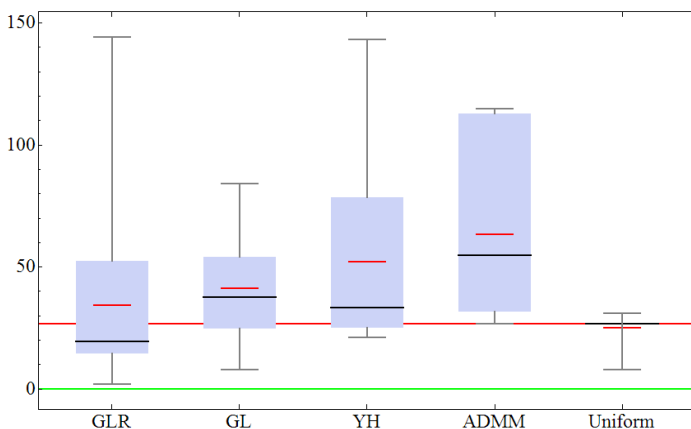


Рисунок 2. Расстояния векторов итоговых распределений до эффективного распределения в Манхэттенской метрике

Дополнительно были проведены игры с другим игровым дизайном. Целью данных игр было тестирование гипотезы об уменьшении доли константного поведения. В новом дизайне фиксировалось число ходов игры (5 шагов) и выигрыш рассчитывался пропорционально сумме выигрышей на каждом шаге, плюс в интерфейсе игры по умолчанию заявка игрока не ставилась равной заявке прошлого шага. Анализ полученных данных этих игр показал существенное уменьшение доли КП по сравнению с исходным дизайном. Тем не менее доля оставалась достаточной для убеждённости в важности изучения модели КП - минимум 18%. Также оказалось, что доля КП заметно зависит от используемого механизма распределения ресурсов.

3. Поведение людей в играх

Было обнаружено, что поведение людей сильно отличается от предполагаемого теоретически, даже с учётом наличия в интерфейсе калькулятора выигрыша – подсказчика.

3.1 КОНСТАНТНОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Исследовали отдельно модель описывающую большую долю неизменных действий – «константное» поведение.

С помощью метода максимального правдоподобия, теста хи-квадрат, статистического U-критерия Манна-Уитни и критерия Уилкоксона статистически доказаны гипотезы о случайности продолжительности константного поведения (КП) и падении выигрыша в КП, что само по себе кажется противоречием. Показана достоверность гипотезы о наличии нижнего порога выигрыша, после которого КП прекращается.

С другой стороны, с помощью алгоритма машинного обучения "Случайный лес" получены результаты для задач классификации начала КП и окончания КП, а также для задач отбора информативных признаков. Подход показал низкую эффективность классификатора для первой задачи и хорошую (75%) для второй задачи. Что может говорить о необходимости построения модели КП на 2 принципах: начала КП и завершения КП, в противовес к

предполагавшейся вначале модели с одним принципом. Такой результат может говорить о том, что построенная модель качественно отличается от моделей обучения из экспериментальной экономики, в которых КП может возникать, но возникает только по одной, вероятностной причине.

3.2 ТОРГИ НЭШУ

Была исследована модель принятия решений в переговорах, приводящая к дележу по Нэшу [6] в играх по механизму УН.

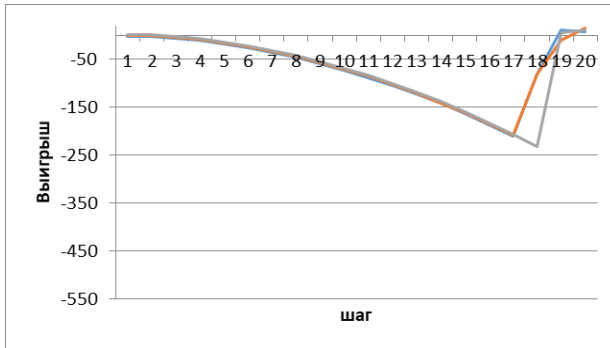
В результате анализа было выявлено, что игроки всех трех типов принимали решения, которые могли бы привести к увеличению значения функции дележа по Нэшу достаточно часто – 49-55% в зависимости от типа игрока. Что не ниже, чем для моделей поведения, согласуемых с рациональным поведением (индикаторное поведение) 30-50%.

Игровых ситуаций, когда все игроки демонстрировали подобное поведение оказалось значительно больше – 19% против 8%. При этом действительно улучшение значения функции дележа по Нэшу происходило в значительно большем числе шагов игры – 48%. Интересно, что значительная доля решений, которые могли бы привести к увеличению значения функции дележа по Нэшу не согласована с рациональным поведением – от 50-64% в зависимости от типа игрока.

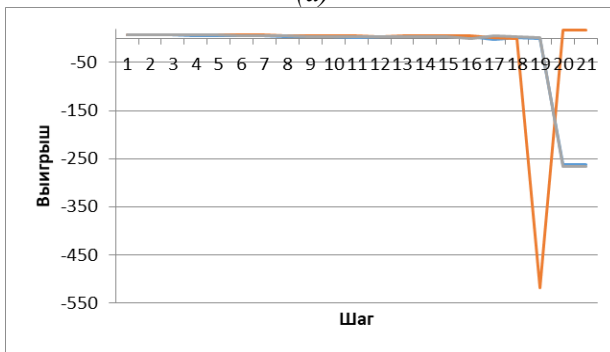
Полученные результаты показывают перспективность исследования моделей поведения, основанных на более сложной, чем индивидуальное рациональное поведение, логике.

3.3 ВЗЛОМ МЕХАНИЗМОВ

Иногда игрокам удавалось «взломать» механизм [7]. Например механизм ADMM за счёт наличия в нём влияния истории игры на результат. Наблюдался групповой и индивидуальный «взлом», см. рис. 3.



(а)



(б)

Рисунок 3. Групповой (а) и индивидуальный (б) «взлом» ADMM.

Взлом УН происходил за счёт того, что ресурс в УН зависит только от пропорций заявок, а штрафы – от размера заявок, поэтому игроки могли «договориться» подавать очень маленькие заявки, т.к. при этом штраф очень мал, а получаемый ресурс обычный, но такая ситуация не равновесна, что приводила к резким отклонениям от неё на последних шагах игры.

Также наблюдался интересный эффект, что игрокам со слабым (тип 1 и 9) типом порой было выгоднее просить всегда весь ресурс себе, чем действовать «рационально», пытаясь увеличить на каждом шаге свой выигрыш. На основании этого наблюдения были обнаружены новые уязвимости подобных моделей, основанные, во-первых, на неустойчивости концепции равновесия по

Нэш к такому «константному» отклонению игроков, а во-вторых, на идее «маскировки» игроком своего поведения под поведение игрока другого типа.

4. Обучающие игры

Были созданы две обучающие игры:

1. Механизмы ценообразования и стратегическое поведение на рынках электроэнергии для студентов профильной специальности.
2. Игры на основе модели «Трагедия общины». Одна версия попроще для школьников 4-11 классов, вторая версия сложнее для студентов в рамках курса «Теория игр».

Игра по электроэнергетическим рынкам прошла апробацию (3 курса) с явным успехом, многие студенты были в восторге от осознания, что они начинают понимать стратегические последствия механизмов ценообразования. Преподавателям также понравилась система, одну игру они смогли провести самостоятельно по созданной методической документации.

Игры на основе модели «Трагедия общины» позволяют проводить научно-просветительские и профориентационные лекции для школьников и студентов. Более сложная версия игры «Трагедия общины», а также игры по механизмам распределения ресурса помогают проводить практические занятия по курсу теории игр и принятию решений.

5. Заключение

Полученные результаты в общем характеризуют интенсивное (эффективность механизмов, модели поведения) и экстенсивное (обучающие игры) развитие подхода деловых игр для исследования механизмов управления, которое позволяет задействовать в одном поле исследования из различных областей наук об управлении (теория игр, теория управления организационными системами, статистика) и людей разного статуса (школьники, студенты, специалисты, учёные).

Интерес представляет системный взгляд на проведённый фронт работ и вопрос о трансляции полученных знаний на другие механизмы и задачи управления.

Полученные результаты, а также общие выводы по организации подобных исследований (создание и проведение игр, анализ данных) планируются к рассказу в докладе на конференции.

Литература

1. БУРКОВ В.Н., ДЖАВАХАДЗЕ Г.С., ДИНОВА Н.И., ЩЕПКИН Д.А. *Применение игрового имитационного моделирования для оценки эффективности экономических механизмов*. М.: ИПУ РАН, 2003. 51 с.
2. FRIEDMAN D., CASSAR A., SELTEN R. *Economics lab: an intensive course in experimental economics*. – Psychology Press, 2004.
3. КОРГИН Н.А., КОРЕПАНОВ В.О. *Решение задачи эффективного распределения ресурсов на основе механизма Гровса-Лейдьярда при трансферабельной полезности* // Управление большими системами. 2013. Выпуск 46. С. 216-265.
4. БУРКОВ В.Н., ДАНЕВ Б., ЕНАЛЕЕВ А.К. *Большие системы: моделирование организационных механизмов*. М.: Наука, 1989. – 248 с.
5. KORGIN N.A., KOREPANOV V.O. *Experimental Gaming Comparison of Resource Allocation Rules in Case of Transferable Utilities* // International Game Theory Review. 2017. Vol.19, No 2. P. 1750006-1 - 175000-11.
6. VETSCHERA R. *Zeuthen–Hicks Bargaining in Electronic Negotiations*. Group Decision and Negotiation (2018). P. 1-20.
7. KORGIN N. A., KOREPANOV V. O. *Experimental gaming analysis of ADMM dynamic distributed optimization algorithm* //IFAC-PapersOnLine. 2016. V. 49, No 12. P. 574-579.