



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.021:004.9

ОБЗОР И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ АУКЦИОНОВ В МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

¹ Дук Г. В., ² Быков А.Н., ^{3,4} Чернышев С. А.

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия (190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А), e-mail: ¹ger-duk@bk.ru, ²alexey_bykovoff@mail.ru

³ Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Россия (191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18)

⁴ Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия (191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21), e-mail: chernyshev.s.a@bk.ru

В статье рассмотрены основные виды аукционов, обозначены области их применения, а также достоинства и недостатки. Предложена идея использования аукционов в мультиагентных системах для решения задачи разделения ресурсов и продемонстрирован пример, который объясняет принцип внедрения проведения аукциона в мультиагентные системы.

Ключевые слова: аукцион, мультиагентная система, ресурсы, агенты.

REVIEW AND APPLICATION OF AUCTION THEORY IN MULTI-AGENT SYSTEMS

¹Dyk G.V., ²Bykov A.N., ^{3,4}Chernyshev S.A.

^{1,2} Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Russia (190000, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67, letter A), e-mail: ¹ger-duk@bk.ru,

²alexey_bykovoff@mail.ru

³ Saint Petersburg State University of Industrial Technology and Design, Russia (191186, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 18)

⁴ Saint Petersburg State University of Economics, Russia (191023, Saint Petersburg, Sadovaya st., 21), e-mail: chernyshev.s.a@bk.ru

The article considers the main types of auctions, the areas of their application, and the advantages and disadvantages of each. The idea of using auctions in multi-agent systems to solve the problem of resource sharing is proposed. The example explaining the principle of introducing an auction into multi-agent systems is demonstrated.

Keywords: auction, multi-agent system, resources, agents

Введение

Аукционы многие тысячелетия используются человеком для торговли различными товарами. Несмотря на свое древнее происхождение, применение аукционов актуально и в

быстроразвивающиеся сфере информационных технологий. Например, в задачах мультиагентного моделирования, при поиске наилучшего решения среди большого количества вариантов и т.д.

Аукцион — это рыночный механизм, в котором объект, услуга или набор объектов обмениваются на основе заявок, поданных участниками [1]. Существует набор правил, который определяет процедуру продажи или приобретения объекта для участника аукциона, заявившего наиболее выгодную заявку. Аукционы вносят большой вклад в развитие экономики. Так, например, в 2008 году Национальная ассоциация аукционистов США заявила о том, что валовый доход индустрии за год составил более 260 миллиардов долларов. Наиболее востребованными оказались сельскохозяйственные и автотранспортные аукционы, а также аукционы по продаже недвижимости [2].

При различных условиях и объектах аукциона существуют разные форматы их проведения. Английский аукцион, где участники с каждым разом ставят все большие ставки, пока не останется один участник, или же Голландский аукцион, в котором цена на товар изначально завышена и далее снижается пока не найдется первый покупатель. Таким образом, каждый из видов аукционов обладает своими достоинствами и недостатками, в виду чего важно правильно выбирать их область применения для достижения максимальной эффективности.

1. Существующие формы аукционов

Перед рассмотрением и оценкой существующих форм аукционов следует ввести несколько требований к ним: эффективность и отсутствие входного билета.

Эффективность подразумевает, что предмет, выставленный на продажу, всегда достается участнику с максимальной ставкой [3]. Так же в это понятие включают, что товар должен быть обязательно продан и не вернуться в руки аукциониста. Это говорит о том, что победитель аукциона ценит товар выше конкурентов.

Отсутствие входного билета — это требование, когда любой участник аукциона не обязан платить за участие или «человек, заявивший ноль, платит ноль». Входной билет — это риск, который участники берут на себя, поскольку даже при низких ставках они обязаны заплатить.

1.1. Английский аукцион

Самым распространенным аукционным является “Английский открытый аукцион”, где продажа или покупка осуществляется по возрастанию цены. Открытым он называется, потому что каждый участник аукциона видит ставки оппонентов. Главным правилом такого аукциона является то, что последующая ставка должна быть больше предыдущей [4].

Аукцион начинается с оглашения резервной цены, это минимальная сумма первой ставки, она выбирается с учетом того, чтобы в случае слабой конкуренции между участниками организатор остался в прибыли и мотивировать игроков к борьбе за лот. Победитель определяется в тот момент, когда никто не желает повысить его назначенную цену. Пример того, как работает английский аукцион приведен в блок-схеме на рисунке 1.

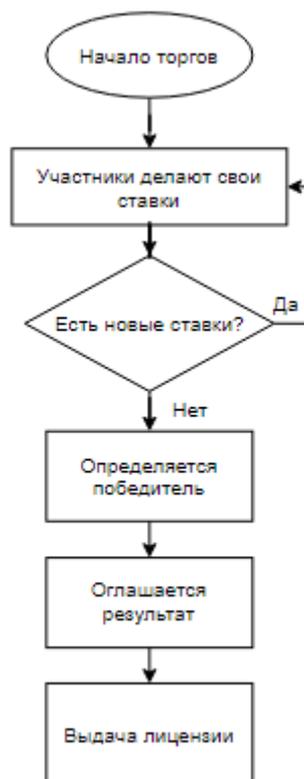


Рисунок 1 – Блок-схема проведения английского аукциона

Оптимальная стратегия участника основана на собственной оценке стоимости товара, максимальная ставка для него не должна превышать этой оценки, при этом не важно, как ведут в этот момент другие участники. Это и является доказательством того, что английский аукцион является эффективным, так как лот получает игрок с максимальной ставкой и при этом он практически платит цену предыдущего участника [5].

К достоинствам такого аукциона можно отнести небольшие риски, как при покупке товара, так и при продаже. Так как цена всегда растет на товар, аукционист с каждой ставкой будет получать все большую прибыль. А участники, рассчитывая цену на товар, не будут переплачивать. Также, необходимо отметить, особенность открытых аукционов, каким и является Английский аукцион - участники могут учитывать ставки конкурентов и вносить изменения в свои ставки [6]. Таким образом, все участники находятся в примерно равных условиях, видят манипуляции конкурентов и все проведение аукциона регламентируется организаторами.

С другой стороны, главным недостатком аукциона является сложность проведения, организации правил и процедур. Так, например, может иметь место сговор участников, т.к. количество мест и лотов ограничено, то создается пространство для больших групп или компаний, которые могут навязывать ложную борьбу за лот.

1.2. Голландский аукцион

Голландский аукцион - открытый аукцион с нисходящими ценами, где продавец начинает с заведомо большой цены и снижает ее шаг за шагом [7]. В нем аукционист назначает максимально возможную цену на лот и последовательно снижает цену на него, пока один из

участников не согласиться его купить. После этого товар будет продан первому кто сделает свою ставку. Наиболее востребованным он оказался при продаже оптовых товаров, так в Голландии в сутки может продаваться более 12 миллионов цветов. На рисунке 2 изображена блок схема проведения Голландского аукциона.

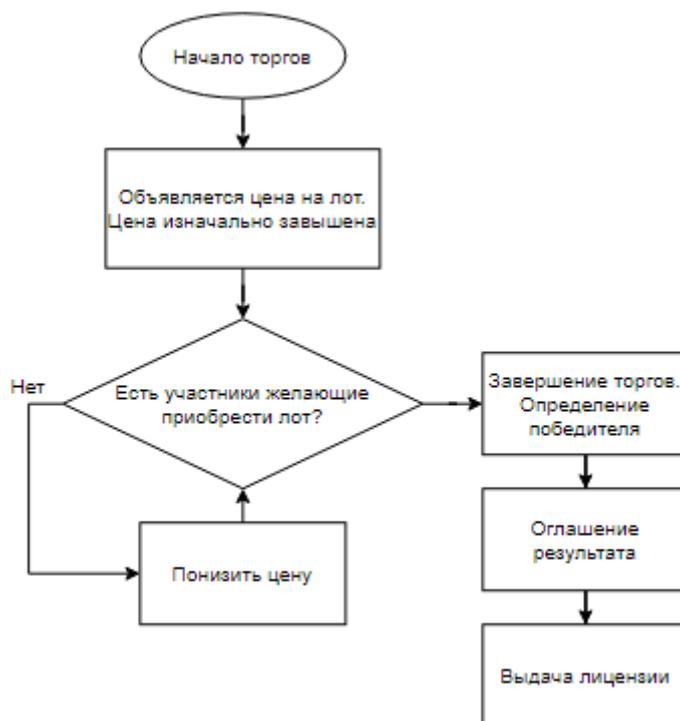


Рисунок 2 – Порядок проведения Голландского аукциона

Преимущество такого аукциона заключается в его быстром проведении, ведь такой подход позволяет проводить в течении часа продажу сотни товаров, а также в спокойном формате проведения, участники не выкрикивают, перебивая ставки друг друга, а ждут подходящую цену, чтобы сделать ставку. Сложность проведения и организации аукциона сводится к минимуму, в отличие от Английского аукциона.

Существенным недостатком является то, что аукционист может потерять часть прибыли, т.к. нет понимания какую максимальную ставку готовы сделать участники аукциона, а цель продать по самой выгодной цене.

Оптимальная стратегия в таком виде аукциона не столь очевидна, как в английском, в котором при достижении собственной оценки участник знает о ставках других, здесь же игрок не имеет информации об этом. Таким образом ожидая понижения цены, игрок уменьшает свои шансы на победу, но, с другой стороны, увеличивает свою прибыль. Эффективность аукциона доказывает то, что участник с максимальной оценкой товара сделает ставку раньше остальных.

1.3. Аукцион первой цены

Наиболее популярный формат проведения аукциона первой цены является закрытым, однако его проводят и в открытом формате. Участники однократно подают свои цены за лот.

Аукционист выбирает максимальную ставку и объявляет победителя, именно эту цену обязан будет заплатить победитель.

Такое проведение аукциона подобно Голландскому. Тут встает выбор поставить ставку меньше своей оценки и повысить риск проигрыша или поставить больше и выиграть, но переплатить. Преимущественно, аукцион первой цены используются для государственных нужд: продажа ценных бумаг и собственности. Так в России был реализован первый серьезный аукцион продажи 25% акций «Связьинвеста» в 1990 году. Они были проданы за 1.875 миллиардов долларов [8].

Достоинство такого формата проведения аукциона заключается в высокой конкуренции, которая обуславливается сложностью сговора. Если сильные игроки вступают в соглашение, то этим самым они привлекают конкурентов, поэтому сильным игрокам невыгодно делать ставки согласовано. Также, в случае открытого аукциона, закрытый аукцион гораздо привлекательнее для малых компаний, поскольку выигрыш в нем реже означает переоценку объекта торгов.

Несмотря на все эти достоинства, закрытый аукцион первой цены имеет один важный недостаток – он не всегда (например, когда участники разнотипные) обеспечивает эффективность, т.е. не гарантирует, что победитель имеет максимальную оценку лота.

1.4. Аукцион второй цены

Любимый вид аукциона среди аукционистов является аукционом второй цены или, как его еще называют аукционом Викри. В 1997 г. Уильям Викри получил за развернутый анализ аукциона Нобелевскую премию по экономике [9]. Как и в аукционе первой цены участники подают свои ставки в закрытом виде и аукционистом выбирается победитель с максимальной ставкой. Однако главное отличие от аукциона первой цены заключается в том, что победитель платит не свою цену, а размер ставки своего ближайшего конкурента. К примеру в аукционе участвует 4 человека и их ставки равно 300, 150, 280, 298 условных единиц, выигрывает аукцион участник со ставкой в 300 условных единиц, то он заплатит вторую по величине ставку, то есть 298.

Не очевидным кажется решение забирать с участника готового заплатить максимальную сумму, цену вторую по величине. Но это только на первый взгляд, так как изменение правил проведения аукциона также меняет стимул для участников. В аукционе первой цены участники не подают ставки выше своих представлений о цене лота, в этом случае наилучшей стратегией будет назвать цену равной своей оценке, ведь в случае победы оплачена будет ставка ниже вашей.

Достоинством аукциона второй цены является простая стратегия для участников. Им выгоднее указывать свою настоящую цену за лот. Вследствие чего аукционисту становится просто получить полную информацию о реальной ценности лота. Главный недостаток на сегодняшний момент - слабая устойчивость к сговору [10]. Участник способен подговорить других делать заниженные ставки, а сам поставить цену за лот равной его реальной оценке. Это вынуждает конкурентов, не участвующих в сговоре, делать завышенные ставки. В итоге инициатор заберет лот почти даром, что невозможно в аукционе первой цены.

Второй проблемой может стать недоверие к аукционисту, ведь в аукционе не раскрываются ставки участников и для своей выгоды аукционист может приблизить вторую ставку к цене победителя.

2. Применение аукционов в мультиагентных системах

Мультиагентная система — это система, образованная несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами [11]. Под агентами понимается некая сущность, которая самостоятельно действует по установленным правилам. Они могут сами организовывать коалиции агентов, действовать в рамках своих договоренностей, а также выходить из коалиций. У всех агентов в системе есть свой коэффициент удовлетворенности, который побуждает его к действиям.

Теория аукционов благодаря своему принципу равенства участников находит свое применение в мультиагентных системах. В них постоянно возникают ситуации борьбы агентов за ресурсы [12]. Все стремятся к получению максимальной выгоды и минимизации затрат, как и участники аукционов. В связи с этим, можно провести параллели о нативном включении аукционов в мультиагентную систему.

В 2007 году Роджеру Майерсону была вручена Нобелевская премия по экономике, в его работе было доказано, что все аукционы вне зависимости от их вида и формата проведения приносят одинаковую прибыль [13]. Поэтому в мультиагентных системах представляется возможным применения любого вида и типа аукциона, в зависимости от онтологии предметной области.

Использование аукциона актуально при возникновении спора между агентами за ресурс в системе. Для примера рассмотрим ситуацию поставок продовольствия в магазины питания, где необходимо решить вопрос, какой транспортной компании достанется заказ. В такой сложной системе [14] существует два вида агентов магазин и транспортная компания. Чтобы найти поставщика, который удовлетворяет требованиям контракта, магазин выставляет на аукцион лот на транспортировку. В таком случае закрытый аукцион первой цены подходит для транспортных компаний, где они анализируют только свои затраты для назначения стоимости контракта. Победитель выбирается из участников аукциона по принципу наименьшей ставки, так как в интересах магазина получить выгодный для него контракт, а поставщик, назначая свою цену, заведомо соглашается с ней. В результате магазин получит контракт по выгодным для себя условиям, а транспортная компания получит заказ, который удовлетворяет его требованиям.

В мультиагентных системах общение между агентами осуществляется посредством сообщений. Это позволяет создать сущность “аукцион” для его организации, что не нарушает концепции общения агентов. Аукцион способен принимать сообщение от агентов и на основе их предложений проводить аукцион. Для общения агента с аукционом сообщение может содержать информацию о необходимости инициировать проведения аукциона, ставке агента или результате проведенного аукциона

Заключение

В статье проведен краткий обзор основных видов аукционов. Выделены основные области применения и подчеркнуты положительные и отрицательные стороны каждого аукциона.

Предложен принцип использования аукционов в мультиагентных системах. В зависимости от предметной области имитационной модели могут применяться любые виды и типы аукционов, что оставляет большую гибкости при проектировании архитектуры и

алгоритмов системы. Некоторые ресурсы требуют разные виды аукционов, что легко реализуемо и не накладывает ограничения на работу системы. Концепция аукционов имеет большой потенциал в решении постоянной проблемы - борьба агентов за ресурсы.

Список литературы

1. Измалков, С.Б. Теория экономических механизмов / С.Б. Измалков, К.И. Сонин, М.М. Юдкевич // Вопросы экономики. – 2008. – №1. – С. 4–26.
2. Binmore K. The biggest auction ever : the sale of the British 3G telecom licences / K. Binmore, P. Klemperer // The Economic Journal. – 2002.
3. Krishna V. Auction theory / V. Krishna. – Academic press, 2009.
4. А. В. Савватеев, А. Ю. Филатов. Теория и практика аукционов. Вестник ВГУ серия: Экономика и управление. № 3. 2018.
5. Peter Cramton. Auctioning the Digital Dividend, 2009.
6. Peter Cramton. Spectrum Auctions, University of Maryland, 2001.
7. Katok, E.; Kwasnica, A.M. Time is money: The effect of clock speed on seller's revenue in Dutch auctions // Experimental economics : journal. — 2008. — Vol. 11. — P. 344—357.
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.05.1997 г. № 618 "О реализации акций открытого акционерного общества «Связьинвест»
9. Лауреаты Нобелевской премии по экономике: автобиографии, лекции, комментарии. Т. 2. 1983–1996. — СПб.: Наука, 2009. — С. 436—446.
10. Vickrey W. Counter-speculation, auctions, and competitive sealed tenders / W. Vickrey // The Journal of finance. – 1961. – V. 16. – № 1. – P. 8–37.
11. Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы // Новости искусственного интеллекта, №2, 1998, с. 64-116.
12. Sheble G.B. Computational auction mechanisms for restructured power industry operation. Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
13. Roger Myerson wins 2007 Nobel Memorial Prize in Economics// Материалы с сайта <http://www-news.uchicago.edu> [Электронный ресурс]:–Режим доступа: <http://www-news.uchicago.edu/releases/07/071015.nobel.myerson.shtml/>, свободный. –Загл. с экрана. – Яз. Англ. Дата доступа: 13 октября 2020
14. Ржевский Г.А., Скобелев П.О. Как управлять сложными системами? Мультиагентные технологии для создания интеллектуальных систем управления предприятиями. Published by WIT Press Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, UK. 2015.

References

1. Izmalkov, S.B. Theory of economic mechanisms / S.B. Izmalkov, K.I. Sonin, M.M. Yudkevich // Voprosy ekonomiki. - 2008. - №1. - С. 4-26.
2. Binmore K. The biggest auction ever : the sale of the British 3G telecom licences / K. Binmore, P. Klemperer // The Economic Journal. – 2002.
3. Krishna V. Auction theory / V. Krishna. – Academic press, 2009.
4. A. V. Savvateev, A. Filatov. Theory and practice of auctions. Vestnik VSU series: Economics and Management. № 3. 2018.
5. Peter Cramton. Auctioning the Digital Dividend, 2009.
6. Peter Cramton. Spectrum Auctions, University of Maryland, 2001.

7. Katok, E.; Kwasnica, A.M. Time is money: The effect of clock speed on seller's revenue in Dutch auctions // *Experimental economics : journal*. — 2008. — Vol. 11. — P. 344—357.
 8. Decree of the Government of the Russian Federation No. 618 of May 23, 1997 "On Sale of Shares in Svyazinvest Open Joint-Stock Company".
 9. Nobel Prize Laureates in Economics: Autobiographies, Lectures, and Commentaries. T. 2. 1983-1996. - SPb: Nauka, 2009. - С. 436-446.
 10. Vickrey W. Counter-speculation, auctions, and competitive sealed tenders / W. Vickrey // *The Journal of finance*. – 1961. – V. 16. – № 1. – P. 8–37.
 11. Gorodetsky V.I., Grushinsky M.S., Khabalov A.V. Multi-agent systems // *Artificial Intelligence News*, No. 2, 1998, pp. 64-116.
 12. Sheble G.B. Computational auction mechanisms for restructured power industry operation. Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
 13. Roger Myerson wins 2007 Nobel Memorial Prize in Economics// Materials from <http://www-news.uchicago.edu> [Electronic resource]:-Access mode: <http://www-news.uchicago.edu/releases/07/071015.nobel.myerson.shtml/>, free. -Login. -Language. English. Access date: October 13, 2020.
 14. Rzhnevsky G.A., Skobelev P.O. How to manage complex systems? Multi-agent technologies for creating intelligent enterprise management systems. Published by WIT Press Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, UK. 2015.
-