

ЭВОЛЮЦИЯ АУКЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ: ОТ КЛАССИЧЕСКИХ ФОРМАТОВ К ЦИФРОВЫМ РЕКЛАМНЫМ ТОРГАМ И ЗАДАЧА ТРЁХСТОРОННЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ

EVOLUTION OF AUCTION MECHANISMS: FROM CLASSICAL FORMAT TO DIGITAL ADVERTISING AUCTIONS AND THE TASK OF THREE-SIDE OPTIMIZATION

**N. Bogdanov
S. Saradgishvili**

Summary. The article examines the evolution of auction mechanisms from classical formats (English, Dutch, first-price, and second-price auctions) to modern digital advertising auctions. The paper substantiates the formulation of a three-sided optimization problem for advertising auctions, which simultaneously accounts for the interests of the platform (revenue maximization), the advertiser (campaign cost-effectiveness), and the user (quality and relevance of advertising). Drawing on auction theory, game theory, and contemporary industry practices, it is demonstrated that the transition to multi-attribute and algorithmically managed auctions represents a natural stage of institutional development. The paper concludes that a formal multi-criteria optimization model is required, incorporating strategic behavior constraints and long-term user-experience effects.

Keywords: auction theory, advertising auctions, GSP, VCG, multi-criteria optimization, programmatic advertising, ad quality, algorithmic bidding.

Богданов Никита Романович

Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
nik_bogdanov2002@mail.ru

Сараджишвили Сергей Эрикович

Кандидат технических наук, доцент,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
ssaradg@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу эволюции аукционных механизмов от классических форматов (английского, голландского, аукционов первой и второй цены) к современным цифровым рекламным торгам. Обосновывается постановка задачи трёхсторонней оптимизации рекламного аукциона, предполагающая одновременное учёт интересов площадки (максимизация доходности), рекламодателя (экономическая эффективность кампании) и пользователя (качество и релевантность рекламы). На основе теории аукционов, теории игр и современных индустриальных практик показано, что переход к многоатрибутным и алгоритмически управляемым аукционам является закономерным этапом институционального развития. Делается вывод о необходимости формализации многокритериальной модели оптимизации с учётом ограничений стратегического поведения и долгосрочных пользовательских эффектов.

Ключевые слова: теория аукционов, рекламные аукционы, GSP, VCG, многокритериальная оптимизация, программатик-реклама, качество объявлений, алгоритмические торги.

Введение

Аукцион, как механизм распределения ограниченного ресурса, относится к числу наиболее разработанных форм рыночного взаимодействия [2; 9; 20]. Его особенность заключается в формировании цены через стратегическое взаимодействие участников в условиях неопределённости и асимметрии информации. Классическая теория аукционов описывает базовые форматы торгов — английский, голландский, аукционы первой и второй цены — и анализирует их равновесные свойства при различных предпосылках [2; 20].

Работы В. Викри, Р. Майерсона, П. Милгрона и П. Клемперера заложили теоретическую основу современного аукционного дизайна [15; 20]. Было доказано стимулирующее свойство аукциона второй цены [20], сформулирована задача оптимального аукциона с точки зрения максимизации ожидаемой выручки продавца [16], а также

развиты положения о равновесии и эквивалентности доходов [13; 15]. Тем самым аукцион стал рассматриваться как инструмент институционального конструирования экономических стимулов.

В XXI веке аукционные механизмы получили новое прикладное измерение в цифровой рекламе, где они используются для распределения рекламных показов и определения цен в режиме реального времени [18; 19]. В этих условиях классическая двусторонняя модель «продавец — покупатель» трансформируется: к взаимодействию добавляется пользователь, чьи интересы влияют на устойчивость платформы и долгосрочную эффективность рынка.

Следовательно, современный рекламный аукцион представляет собой трёхсторонний механизм координации интересов платформы, рекламодателя и пользователя, что требует перехода от однокритериальной

максимизации выручки к многокритериальной оптимизации.

Цель работы состоит в систематизации эволюции аукционных механизмов и обосновании необходимости постановки задачи трёхсторонней оптимизации рекламного аукциона как новой аналитической рамки исследования.

Классические модели аукционов и их теоретические свойства

Теоретический фундамент современной теории аукционов формируют четыре базовых формата торгов: английский аукцион с возрастающей ценой, голландский аукцион с нисходящей ценой, аукцион первой цены и аукцион второй цены (механизм Викри) [2; 20]. Несмотря на внешнюю простоту этих форматов, именно их анализ позволил выстроить строгую математическую модель стратегического поведения участников и определить условия достижения равновесия.

Английский аукцион предполагает постепенное повышение цены до тех пор, пока в торгах остаётся более одного участника; победителем становится тот, кто готов предложить наибольшую цену. Голландский аукцион, напротив, начинается с высокой цены, которая понижается до момента принятия предложения одним из участников. Аукцион первой цены предполагает подачу закрытых заявок, при этом победитель уплачивает предложенную им цену. В аукционе второй цены победитель определяется по максимальной заявке, однако уплачивает цену, равную второй по величине ставке. Именно последний формат сыграл ключевую роль в формировании современного механизма-дизайна [20].

В работе В. Викри было показано, что аукцион второй цены является стимулирующе совместимым: для участника оптимальной стратегией выступает раскрытие своей истинной частной оценки лота [20]. Это свойство радикально отличает данный формат от аукциона первой цены, где рациональный участник вынужден занижать ставку по отношению к собственной оценке, чтобы избежать переплаты. Формализация этих различий стала отправной точкой для более широкого анализа механизмов распределения ресурсов.

Дальнейшее развитие теории связано с работой Р. Майерсона, который сформулировал задачу оптимального аукциона как задачу максимизации ожидаемой выручки продавца при заданном распределении частных оценок участников [16]. Введённое им понятие «виртуальной оценки» позволило показать, что оптимальный механизм может отличаться от простых классических форматов и включать резервные цены или дополнительные ограничения. Тем самым теория аукционов вышла

за рамки сравнительного анализа существующих форматов и перешла к нормативному проектированию правил торгов.

Позднейшие исследования, в том числе обобщённые в трудах П. Милгрона и П. Клемперера, подтвердили теорему эквивалентности доходов при соблюдении стандартных предпосылок — независимости частных оценок, симметричности участников и нейтральности к риску [13; 15]. Согласно этой теореме, различные стандартные форматы аукционов при определённых условиях обеспечивают одинаковую ожидаемую выручку продавца и одинаковую ожидаемую полезность участников. Данный результат подчеркнул, что различия между механизмами проявляются прежде всего при нарушении базовых допущений.

Следует отметить, что классические модели строятся на ряде предпосылок, упрощающих реальное поведение участников. Предполагается их рациональность и стремление к максимизации собственной полезности, независимость частных оценок и отсутствие дополнительных качественных параметров, влияющих на результат. Кроме того, в традиционной постановке цель продавца сводится к максимизации выручки. Однако, эмпирические наблюдения показывают, что поведение участников может отклоняться от полной рациональности, особенно в условиях неопределённости, ограниченной информации или высокой эмоциональной вовлечённости. В прикладных контекстах возможны систематические ошибки, избыточная конкуренция или стратегические просчёты, что влияет на фактические результаты торгов.

Тем не менее для целей проектирования аукционного механизма предположение рациональности остаётся методологически оправданным [9]. Оно позволяет обеспечить предсказуемость равновесных стратегий и формализовать свойства механизма. Отклонения от рационального поведения, как правило, рассматриваются как фактор, который может изменять распределение выигрышей между участниками, но не отменяет аналитической ценности базовой модели. Именно на этом теоретическом фундаменте впоследствии строится анализ более сложных и институционально насыщенных форматов, включая цифровые рекламные аукционы.

Институциональная эволюция и расширение целей аукциона

По мере расширения сфер применения аукционов происходило усложнение их институциональной архитектуры и трансформация целевых функций механизма. Если в классической теории аукцион рассматривался преимущественно как инструмент максимизации выручки продавца при заданных стратегических предпосыл-

ках [9; 13], то в прикладных областях, особенно в государственном регулировании, возникла необходимость учитывать дополнительные параметры эффективности.

Характерным примером являются аукционы распределения радиочастот, лицензий на добычу природных ресурсов или иных стратегических активов. В этих случаях государство заинтересовано не только в получении максимальной цены, но и в обеспечении долгосрочного развития инфраструктуры, технологических инвестиций и устойчивого предоставления услуг населению. Это привело к внедрению механизмов, учитывающих наряду с ценовыми предложениями качественные обязательства участников, их инвестиционные планы и способность реализовать проект в установленный срок. Тем самым аукцион стал инструментом институционального отбора, где критерием выступает не только величина платежа, но и ожидаемая общественная полезность.

Такой переход означал отход от однопараметрической модели, в которой результат определяется исключительно величиной ставки, к многоатрибутной конструкции, предполагающей одновременную оптимизацию по нескольким параметрам. В теоретическом плане это соответствует расширению задачи механизма-дизайна: целевая функция становится многокритериальной, а пространство стратегий усложняется. Как показывают исследования институциональной эволюции аукционных механизмов, включение дополнительных параметров неизбежно меняет структуру стимулов и может влиять на равновесные исходы торгов [9; 13].

Особенно наглядно это усложнение проявилось в цифровой рекламе. Здесь к традиционным участникам — продавцу рекламного инвентаря и рекламодателю — добавляется третья сторона, пользователь, чьё поведение определяет долгосрочную устойчивость всей системы. Платформа заинтересована не только в максимизации краткосрочной выручки от конкретного показа, но и в сохранении аудитории, её вовлечённости и доверия. Следовательно, в структуру аукциона включается новый критерий — качество пользовательского опыта, что институционально трансформирует саму логику механизма. Таким образом, современный аукцион в цифровой среде функционирует как инструмент координации интересов трёх сторон, а его цель не может быть сведена исключительно к максимизации текущей выручки.

**Рекламные аукционы:
переход к многоатрибутной модели**

В поисковой и контекстной рекламе получили распространение модифицированные аукционы второй цены — generalized second-price (GSP), а также вариации механизма Викри-Кларка-Гровса (VCG) [18; 19]. Эти механизмы адаптированы к ситуации, когда одновременно

распределяется несколько рекламных позиций с различной вероятностью клика и различной ценностью для рекламодателя.

Принципиальным отличием рекламных аукционов от классических форматов стало введение показателя качества объявления (Quality Score). Итоговый рейтинг объявления формируется как функция ставки и набора качественных параметров, включающих ожидаемый показатель кликабельности (CTR), релевантность объявления поисковому запросу и качество целевой страницы. Тем самым результат торгов определяется не только предложенной ценой, но и оценкой полезности объявления для пользователя и платформы. Включение качественного фактора фактически преобразует аукцион из однопараметрического в многоатрибутный механизм, где оптимизация осуществляется одновременно по цене и качеству.

Такой подход отражает институциональный переход от локальной оптимизации выручки к более сложной задаче максимизации совокупного благосостояния системы «пользователь — рекламодатель — платформа» [18; 19]. Если объявление обладает высокой ставкой, но низкой релевантностью, его показ может краткосрочно увеличить доход, но в долгосрочной перспективе снизить удовлетворённость аудитории и уменьшить ценность рекламной экосистемы. Следовательно, включение качественных параметров служит механизмом внутреннего ограничения чрезмерной ценовой конкуренции и инструментом поддержания баланса интересов.

Исследования Б. Эдельмана, М. Островского и Х. Вариана показали, что GSP-аукцион при определённых условиях обладает свойствами, близкими к VCG-механизму, однако не является полностью стимулирующе совместимым [18; 19]. В равновесии стратегии участников зависят от структуры позиций и распределения вероятностей клика, что создаёт более сложную стратегическую среду по сравнению с классическим аукционом второй цены. Тем не менее именно эта гибридная модель оказалась институционально устойчивой в условиях цифрового рынка, поскольку позволяет одновременно учитывать экономические стимулы рекламодателей и требования к качеству пользовательского опыта.

Таким образом, рекламные аукционы представляют собой результат институциональной эволюции классической теории аукционов, в рамках которой базовые принципы механизма-дизайна были адаптированы к условиям многопозиционных торгов, алгоритмического управления и необходимости трёхсторонней оптимизации.

**Переход к первой цене и изменения
в программатик-среде**

Следующим этапом институциональной трансформации рекламных аукционов стал переход programmatic-

рынка от second-price к first-price формату. Если в поисковой рекламе долгое время доминировали модифицированные аукционы второй цены [18; 19], то в сегменте дисплейной и видеорекламы индустрия в последние годы практически повсеместно перешла к аукционам первой цены.

Экономический анализ данного перехода представлен в работе Despotakis, Ravi и Srinivasan [18], где показано, что изменение формата торгов существенно влияет на стратегию назначения ставок и распределение доходов между участниками. В условиях second-price механизма участники ориентируются на оценку конкуренции и могут частично полагаться на свойства механизма, близкие к стимулирующей совместимости. В first-price аукционе участник вынужден стратегически занижать ставку относительно собственной оценки, что усложняет модель поведения и повышает значение прогнозных алгоритмов.

Причины перехода носят не только стратегический, но и институциональный характер. Programmatic-среда характеризуется многоуровневой цепочкой поставки рекламного инвентаря, включающей DSP, SSP, биржи и посредников. В таких условиях возникали информационные асимметрии, связанные с формированием финальной цены показа. Формат первой цены позволил упростить интерпретацию результатов торгов: победитель уплачивает заявленную ставку, что снижает неопределённость в структуре расходов.

Дополнительным шагом по повышению прозрачности стало внедрение стандартов ads.txt и sellers.json, разработанных IAB Tech Lab [12]. Эти спецификации направлены на верификацию продавцов рекламного инвентаря и снижение рисков мошенничества, что усиливает институциональную устойчивость аукционной инфраструктуры.

Вместе с тем переход к первой цене усиливает стратегическую сложность участия. Участник должен учитывать распределение ставок конкурентов, вероятность выигрыша и бюджетные ограничения, что ведёт к интеграции аукционного механизма с алгоритмами машинного обучения и динамической оптимизации. Таким образом, современный programmatic-аукцион представляет собой не только экономический механизм, но и технологически сложную систему принятия решений в реальном времени.

Трёхсторонняя оптимизация рекламного аукциона

Современные рекламные аукционы функционируют в рамках трёхсторонней модели, включающей платформу, рекламодателя и пользователя. В классических

исследованиях GSP-механизмов показано, что распределение позиций и формирование цены влияют на стратегию рекламодателей и структуру доходов платформы [18; 19]. Однако дальнейшие исследования цифровых рекламных рынков продемонстрировали, что влияние аукционного механизма выходит за рамки непосредственного взаимодействия продавца и покупателя.

Работа Bergemann, Bonatti и Smolin [3] показывает, что данные пользователей и структура рекламных торгов оказывают системное влияние на конкурентную среду и ценовые параметры смежных рынков. Это означает, что оптимизация рекламного аукциона не может быть сведена к максимизации краткосрочной выручки платформы. Необходимо учитывать поведение пользователей, долгосрочную ценность аудитории и влияние механизма на общую структуру рынка.

В данной постановке рекламный аукцион представляет собой задачу многокритериальной оптимизации. Платформа стремится максимизировать доходность инвентаря, рекламодатель — эффективность кампании (например, через показатель стоимости конверсии), а пользователь — получать релевантный и ненавязчивый рекламный контент. Несогласованность этих целей может приводить к снижению устойчивости системы. Задачи распределения ресурсов с учётом конкурентных стимулов участников рассматриваются и в технической литературе: конкурентные методы оптимизации показали свою эффективность при решении задач синтеза производственных расписаний и кооперационного планирования [24; 25], что подтверждает универсальность подходов механизма-дизайна за пределами традиционных рыночных контекстов.

Практическая реализация трёхсторонней оптимизации предполагает корректировку резервных цен, учёт бюджетных ограничений рекламодателей, калибровку качественных показателей и обеспечение прозрачности инфраструктуры торгов [7; 12]. Включение пользовательских метрик в механизм ранжирования и ценообразования отражает институциональный переход от однокритериальной модели максимизации выручки к более сложной системе балансировки интересов.

Современный рекламный аукцион представляет собой результат эволюции классической теории аукционов, адаптированной к цифровой среде, где стратегическое поведение участников, роль данных и институциональные требования прозрачности формируют новую многомерную модель оптимизации.

Алгоритмические модели и методы искусственного интеллекта

Современные цифровые рекламные платформы функционируют в условиях огромного числа аукционов,

проводимых в режиме реального времени. Каждое решение о показе объявления принимается за доли секунды, при этом необходимо оценить вероятность клика, конверсии и потенциальную ценность пользователя для рекламодателя. В этих условиях применение алгоритмических моделей и методов машинного обучения стало неотъемлемой частью аукционной инфраструктуры.

Одним из ключевых направлений является прогнозирование показателей кликабельности (CTR) и конверсии. Практические аспекты построения таких моделей подробно описаны в работе McMahan et al. [14], где рассматриваются логистическая регрессия и онлайн-обучение на масштабных потоках данных. Эти модели позволяют формировать индивидуализированные прогнозы вероятности отклика пользователя на конкретное объявление, что напрямую влияет на ранжирование и цену в аукционе [18; 19].

Следующим этапом развития стало внедрение методов обучения с подкреплением для управления ставками в динамической среде. В работе Cai et al. [5] показано, что модели reinforcement learning способны адаптивно корректировать стратегию участия в аукционе с учётом бюджетных ограничений, распределения конкурентов и долгосрочных целей рекламной кампании. Таким образом, аукционный механизм всё в большей степени интегрируется с алгоритмами, принимающими решения в условиях неопределённости и изменяющейся конкурентной среды.

Однако внедрение методов искусственного интеллекта не устраняет фундаментальных проблем аукционного дизайна, сформулированных в классической теории [13; 20]. Во-первых, сохраняется необходимость формальных гарантий корректности механизма. Теория оптимального аукциона Майерсона [16] и последующие разработки в области механизма-дизайна [13; 15] подчёркивают важность стимулирующей совместимости и предсказуемости равновесий. Алгоритмическая оптимизация ставок не должна нарушать базовые свойства механизма и создавать системные искажения.

Во-вторых, остаётся проблема устойчивости к стратегическому поведению участников. Даже при использовании автоматизированных стратегий рекламодатели стремятся извлекать выгоду из особенностей механизма, что может приводить к неэффективным равновесиям, аналогично результатам, полученным для GSP-аукционов [18; 19]. Алгоритмы ИИ лишь усложняют стратегическую среду, но не отменяют её существования.

В-третьих, актуальной является проблема прозрачности факторов качества. Модели ранжирования, основанные на сложных алгоритмах машинного обучения, часто обладают низкой интерпретируемостью. Это

затрудняет проверку справедливости распределения и может снижать доверие участников к механизму.

Наконец, особое значение приобретает корректная каузальная оценка влияния рекламных показов на пользователя. В условиях, когда решения принимаются алгоритмами, возникает риск смешения корреляции и причинности. Работа Bottou et al. [4] подчёркивает важность контрфактического анализа и корректной оценки эффектов вмешательства в масштабных системах машинного обучения. Без такой методологической базы оптимизация может приводить к искажённым выводам о реальной эффективности рекламы.

Интеграция методов искусственного интеллекта усиливает вычислительные возможности рекламных аукционов, но не снимает требований к строгой теоретической проработке механизма. Экономическая теория и алгоритмическая практика должны рассматриваться как взаимодополняющие элементы единой системы.

Заключение

Эволюция аукционных механизмов отражает постепенное расширение целей и усложнение институциональной среды их применения. Переход от классических форматов — английского, голландского, аукционов первой и второй цены [13; 20] — к цифровым рекламным торгам сопровождался включением качественных параметров в модель ранжирования, переходом к многокритериальной оптимизации, усилением роли алгоритмических стратегий и необходимостью учёта долгосрочного поведения пользователей [7; 18; 19].

В цифровой среде аукцион перестаёт быть исключительно инструментом максимизации текущей выручки. Он становится механизмом балансировки интересов платформы, рекламодателя и пользователя, где краткосрочные ценовые сигналы должны согласовываться с долгосрочной устойчивостью экосистемы. Переход к первой цене в programmatic-среде [7] и усиление требований к прозрачности инфраструктуры демонстрируют, что локальные изменения формата не гарантируют автоматического достижения глобального компромисса интересов.

Перспективным направлением дальнейших исследований является формализация модели многокритериальной оптимизации рекламного аукциона, сочетающей экономические свойства классической теории механизма-дизайна [13; 16] с возможностями алгоритмического управления и каузального анализа в условиях цифровой среды [4; 5; 14]. Такая модель должна учитывать стратегическое поведение участников, роль данных и долгосрочные пользовательские эффекты как взаимосвязанные элементы единой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щепилова Г.Г., Порохняк Б.Б. Новая технология рекламных продаж в Интернете: российские реалии // Вопросы теории и практики журналистики. 2015. Т. 4, № 4. С. 5–19.
2. Bajari P., Hortacısu A. Economic Insights from Internet Auctions: A Survey // Journal of Economic Literature. 2004. Vol. 42, No. 2. P. 457–486. DOI: 10.1257/0022051041409075.
3. Bergemann D., Bonatti A., Smolin A. Data and Competition in Advertising Markets // American Economic Review. 2022. Vol. 112, No. 5. P. 1617–1654. DOI: 10.1257/aer.20201525.
4. Bottou L., Peters J., Candela J.Q., et al. Counterfactual Reasoning and Learning Systems: The Example of Computational Advertising // Journal of Machine Learning Research. 2013. Vol. 14. P. 3207–3260.
5. Cai H., Ren K., Zhang W., et al. Real-Time Bidding by Reinforcement Learning in Display Advertising // Proceedings of the 10th ACM International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM 2017). Cambridge, 2017. P. 661–670. DOI: 10.1145/3018661.3018702.
6. Cassady R. Auctions and Auctioneering. Berkeley: University of California Press, 1967. 327 p.
7. Despotakis S., Ravi R., Srinivasan K. First-Price Auctions in Online Display Advertising // Management Science. 2021. Vol. 67, No. 8. P. 4888–4909. DOI: 10.1287/mnsc.2020.3647.
8. Edelman B., Ostrovsky M., Schwarz M. Internet Advertising and the Generalized Second-Price Auction // American Economic Review. 2007. Vol. 97, No. 1. P. 242–259. DOI: 10.1257/aer.97.1.242.
9. Engelbrecht-Wiggans R., Shubik M., Stark R.M. (eds.). Auctions, Bidding, and Contracting: Uses and Theory. New York: New York University Press, 1983.
10. Fine J. Auctions: The Basics [Электронный ресурс] // Econlib. 2008. URL: <https://www.econlib.org> (дата обращения: 12.01.2026).
11. Henning Hohnhold, O'Brien D., Tang D. Focusing on the Long-Term: It's Good for Users and Business // Proceedings of the 21th ACM SIGKDD Conference (KDD 2015). DOI: 10.1145/2783258.2788583.
12. Interactive Advertising Bureau (IAB Tech Lab). Ads.txt Specification. Version 1.0.3. 2021. URL: <https://iabtechlab.com/ads-txt/> (дата обращения: 14.01.2026).
13. Klemperer P. Auctions: Theory and Practice. Princeton: Princeton University Press, 2004.
14. McMahan B., Holt G., Sculley D., et al. Ad Click Prediction: a View from the Trenches // Proceedings of the 19th ACM SIGKDD (KDD 2013). DOI: 10.1145/2487575.2488200.
15. Milgrom P. Putting Auction Theory to Work. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
16. Myerson R.B. Optimal Auction Design // Mathematics of Operations Research. 1981. Vol. 6, No. 1. P. 58–73. DOI: 10.1287/moor.6.1.58.
17. Sullivan L. First-Price Auctions Are Here To Stay: What Buyers and Sellers Gain [Электронный ресурс] // AdExchanger. 2019.
18. The Prize in Economic Sciences 2020: Press Release [Электронный ресурс] // NobelPrize.org. 12.10.2020.
19. Varian H.R. Position Auctions // International Journal of Industrial Organization. 2007. Vol. 25, No. 6. P. 1163–1178. DOI: 10.1016/j.ijindorg.2006.10.002.
20. Vickrey W. Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders // The Journal of Finance. 1961. Vol. 16, No. 1. P. 8–37. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1961.tb02789.x.
21. Wolfstetter E. Auctions: An Introduction // Journal of Economic Surveys. 1996. Vol. 10, No. 4. P. 367–420. DOI: 10.1111/j.1467-6419.1996.tb00018.x.
22. How the Google Ads auction works [Электронный ресурс] // Google Ads Help.
23. Shubik M. Auctions, Bidding, and Markets: An Historical Sketch // In: Auctions, Bidding, and Contracting: Uses and Theory. New York, 1983.
24. Саратов А.А. Конкурентный метод синтеза производственных расписаний // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. Вып. 3. С. 104–110.
25. Саратов А.А. Оптимизация структуры кооперации в позаказном производстве // Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. Вып. 6. С. 435–443.

© Богданов Никита Романович (nik_bogdanov2002@mail.ru); Сараджишвили Сергей Эрикович (ssaradg@yandex.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»