

Выбор стратегии поведения участника электронных торгов в сфере государственных закупок с помощью прогнозирования

Ю.В. Хицкова
Воронежский государственный университет
Воронеж, Россия
prosvetovau@list.ru

И.Ф. Астахова
Воронежский государственный университет
Воронеж, Россия
astachova@list.ru

К.А. Маковий
Воронежский государственный технический университет
Воронеж, Россия
makkatya@mail.ru

О.Е. Ефимова
Воронежский государственный технический университет
Воронеж, Россия
efimova_oe@mail.ru

Аннотация—В статье предложен подход к выбору стратегии участника электронных торгов в сфере государственных закупок, основанный на прогнозировании коэффициента снижения цены контракта с помощью искусственной нейронной сети. Сформулированы стратегии участия в торгах в зависимости от соотношения прогнозируемой цены контракта и себестоимости товаров, работ и услуг

Ключевые слова— стратегия участника электронных торгов, прогнозирование с помощью ИНС, модель NARX.

1. ВВЕДЕНИЕ

Широкое распространение электронных торгов в РФ в сфере государственных закупок вызывает необходимость в исследовании того как накопленные данные, находящиеся в открытом доступе, могут помочь в выборе возможных стратегий поведения конечных участников торговых площадок [1,2]

Несмотря на то, что существует большое количество исследований, посвященных дизайну самих торгов с точки зрения организатора, наблюдается недостаток информации о том, какие существуют стратегии поведения участников электронных торгов, каким образом участник может оценить заказчика с точки зрения перспективы участия в торгах по заявке [3,4].

2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ ПОВЕДЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГОВ

Нами предлагается выбор стратегии для участника электронных торгов на основе прогнозирования значения временного ряда «коэффициента снижения цены контракта» по данному заказчику. Для прогнозирования значения временного ряда предлагается использовать нейронную сеть глубокого обучения NARX, которая реализована в пакете DeepLearningToolbox системы компьютерной математики Matlab..

А. Получение данных

Одной из задач, которые необходимо решить в первую очередь при проведении любого анализа, является задача получения данных. Сведения о заявках и участниках электронных торгов по государственным закупкам являются публичными. Данные хранятся на FTP-сервере официального сайта единой информационной системы в

сфере закупок в информационно-телекоммуникационной сети Интернет (далее – Официальный сайт ЕИС) и доступны для скачивания в виде заархивированных zip-архивов, внутри которых находятся файлы в формате XML (eXtensible Markup Language — расширяемый язык разметки). Особенностью файлов XML является использование тэгов для определения структуры данных, благодаря чему этот формат очень популярен как универсальный формат передачи данных между разными информационными системами.

Б. Прогнозирование коэффициента снижения цены контракта с помощью нейронной сети

В «голландском» аукционе первоначальная цена, предложенная заказчиком, уменьшается в ходе торгов и целесообразность участия в торгах для организации – участника торгов определяется конечной ценой контракта.

В данной работе мы рассматриваем возможность прогнозирования временного ряда коэффициента снижения цены контракта K_{red} по конкретному заказчику. Временной ряд получен в результате выборки из базы данных значений начальной максимальной цены контракта (НМЦ) P_{max} и цены победителя P_{win} . База данных формируется в результате работы синтаксического анализатора, выполняющего поиск и загрузку данных, доступных на FTP-портале Официального сайта ЕИС. Значения коэффициента снижения цены контракта рассчитывается по формуле:

$$K_{red} = \frac{P_{max} - P_{win}}{P_{max}} \quad (1)$$

Введем обозначение временного ряда $y_1, \dots, y_t, \dots, y_t \in R$, элементы которого рассчитываются по формуле (1). Это вещественный скалярный ряд (рис.1). Выбор модели NARX обусловлен возможностью использовать для увеличения точности прогнозирования экзогенный параметр [5,6], в качестве которого предлагается первоначальная цена закупки или НМЦ, то есть стоимость заявки влияет на коэффициент снижения цены контракта.

Нелинейная авторегрессия с внешним вводом - это модифицированная нелинейная модель авторегрессии, включающая другой соответствующий временной ряд в

качестве дополнительного входа в модель прогнозирования. Модель может быть записана в следующем виде:

$$y_{t+1} = f(x_t, x_{t-1}, \dots, x_{t-d+1}, y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-d+1}) \quad (2)$$

или может быть записана в векторной форме:

$$y_{t+1} = f(x_t, y_t) \quad (3)$$



Рис. 1. Временной ряд коэффициента снижения цены контракта

Здесь x_t – это внешний вход прогнозной модели с таким же количеством временных точек как и y_t , то есть два известных временных ряда используются как независимые входные данные для скрытого слоя в соответствии с тем же числом задержек t . Нелинейное отображение $f(\cdot)$ обычно неизвестно и может быть аппроксимировано через архитектуру модели динамической нейронной сети NARX. Нейронная сеть NARX может быть выражена как $y_t = \sum_i c_i \psi(\sum_{j=1}^d (a_{ji} x_{t-j} + b_{ji} y_{t-j}))$ (4)

где ψ – активационная функция скрытого ряда; a_{ji} и b_{ji} – входные данные для весов скрытого слоя в скрытом нейроне j ; и c_i является скрытым для веса выходного слоя i , d – число входных узлов весов.

Полученные результаты показывают достаточно хорошее совпадение прогнозных данных со значениями рассматриваемого временного ряда.

В. Понятие стратегии и влияние прогнозируемого параметра на выбор стратегии

Разработанная нейронная сеть позволяет прогнозировать коэффициент K_{red} и по нему рассчитать ожидаемую цену товаров, работ и услуг (ТРУ) по заявке. Далее компания сможет принимать решение о дальнейшем участии или отказе от участия в аукционе.

В случае если прогнозируемый коэффициент снижения цены будет слишком велик, прогнозируемая конечная цена окажется ниже себестоимости ТРУ, решение компании будет зависеть от других факторов. Первым фактором является необходимость именно этого заказа организации. Следующим важным фактором

является возможность продать по демпинговой цене. Даже если такая необходимость есть, организация должна обладать высоким коэффициентом финансовой устойчивости, чтобы демпинговать. Третьим фактором может являться конкурентная борьба, насколько организация потеснит конкурентов на рынке благодаря данному заказу. С учетом перечисленных факторов, основываясь на прогнозной цене, компания будет решать проблему целесообразности участия в торгах. Это *пессимистичный* стратегический сценарий. В большинстве случаев целесообразно отказаться от участия в торгах данного заказчика.

Случай, если коэффициент снижения цены покрывает себестоимость организации и принесет некоторую незначительную долю прибыли, можно назвать *реалистичным*. Здесь компания может отказаться от участия в торгах, если прогноз коэффициента снижения цены окажется меньше у других заказчиков. В противном случае ей целесообразно участвовать в аукционе.

Оптимистичный стратегический сценарий предполагает незначительное снижение первоначальной цены и соответственно самый благоприятный прогноз для участия в торгах. Заказчики, прогнозируемый коэффициент падения цены которых является минимальным – наиболее привлекательны, с точки зрения участия в аукционе.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе показаны преимущества нейросетевого подхода к прогнозированию параметра закупки, на основании которого можно сформулировать различные стратегии для участников электронных торгов, а также выделены факторы, влияющие на их выбор.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Савватеев, А.В. Теория и практика аукционов / А.В. Савватеев, А. Филатов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2018. – № 3. – С. 119-131.
- [2] Дук, Г.В. Обзор и применение теории аукционов в мультиагентных системах / Г.В. Дук, А.Н. Быков, С.А. Чернышев // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2021. – Т. 6, № 1(19). – С. 42-49.
- [3] Rahimiyan, M. Supplier's optimal bidding strategy in electricity pay-as-bid auction: Comparison of the Q-learning and a model-based approach / M. Rahimiyan, H.R. Mashhadi // Electric Power Systems Research. – 2008. – Т. 78, № 1. – С. 165-175.
- [4] Puro, L. Bidding strategies for real-life small loan auctions / L. Puro // Decision Support Systems. – 2011. – Т. 51, № 1. – С. 31-41.
- [5] Astachova, I.F. Possibilities for predicting the state of usability web resources / I.F. Astachova, K.A. Makovy, Yu.V. Khitskova // Journal of Physics: Conference Series: Current Problems. – Voronezh, 2021. – P. 012029. DOI 10.1088/1742-6596/1902/1/012029.
- [6] Metelkin, Y. Predicting Load in Datacenters Using NARX Model / Y. Metelkin, Y. Khitskova, K. Makoviy // International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT) – 2021 – P. 1-5. DOI: 10.1109/ITNT52450.2021.9649034.