

Совершенствование процесса закупок компании с применением интегрированной рекомендательной системы проведения тендера

З.К. Авдеева

*кандидат технических наук
старший научный сотрудник
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН;
доцент кафедры инноваций и бизнеса в сфере информационных технологий
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65
E-mail: avdeeva@hse.ru*

А.А. Утробин

*бакалавр бизнес-информатики
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20
E-mail: alexanderutrobin11@gmail.com*

И.Ю. Лыков

*студент магистратуры, факультет мировой экономики и мировой политики
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20
E-mail: lykov.ilya@gmail.com*

Аннотация

В настоящее время процедуры проведения конкурса занимают важное место в работе отдела закупок компании. Большинство современных рекомендательных сервисов функционируют на веб-площадках. Внедрение систем проведения тендеров на предприятии может повысить уровень зрелости процесса закупок и не потребует внесения глобальных изменений в структуру работы процессов. Данная статья посвящена исследованию структуры интегрированной рекомендательной системы проведения тендеров. В Российской Федерации существует несколько федеральных законов, которые определяют порядок процедуры тендера. Также существуют государственные и коммерческие электронные торговые площадки. Рекомендательные сервисы агрегируют конкурсы с разных площадок и предоставляют дополнительные услуги пользователям.

Основная цель исследования – разработать эффективную модель интегрированной рекомендательной системы проведения тендеров. В описательной части работы представлена информация об особенностях процедуры тендера в Российской Федерации и рассмотрены современные рекомендательные сервисы. Выявлены функциональные преимущества интегрированной системы по сравнению с веб-площадкой. Спроектирована структура системы с применением нескольких подходов. С помощью методологии IDEF0 разработана и описана функциональная модель системы, отражающая работу процессов. С помощью спроектированных диаграмм методологии DFD проанализирована работа основной системы и подсистем. Описана математическая модель динамической фильтрации тендеров для создания рекомендаций пользователям. Основываясь на базовых принципах коллаборативной фильтрации, с помощью соответствующих алгоритмов интегрированная система выдает рекомендации пользователям и определяет вероятность успеха в конкретном тендере. Применение данной технологии проведения торгов возможно в компаниях разного масштаба. Разработанная структура интегрированной системы и методы фильтрации для рекомендаций основаны на базовых принципах нового международного направления – e-tendering.

Ключевые слова: рекомендательный сервис, тендер, электронная торговая площадка, интегрированная система, динамическая фильтрация.

Цитирование: Авдеева З.К., Утробин А.А., Лыков И.Ю. Совершенствование процесса закупок компании с применением интегрированной рекомендательной системы проведения тендера // Бизнес-информатика. 2017. № 4 (42). С. 29–39. DOI: 10.17323/1998-0663.2017.4.29.39.

Введение

С развитием информационных технологий большинство стран мира перешли на электронные площадки по проведению торгов. Тендер – это неотъемлемая составляющая государственного и коммерческого секторов экономики. Существует множество электронных торговых площадок (ЭТП) и рекомендательных веб-сервисов, которые собирают тендеры разных категорий и предоставляют информацию посредством запросов. Такие площадки и сервисы также могут предлагать предоставление дополнительных услуг.

Эффективное функционирование отдела закупок предприятия находится в прямой зависимости от автоматизации процесса проведения тендера. Сотрудники регулярно допускают ошибки при составлении заявок, либо при формировании пакета документов в «рутинных» тендерах, либо могут пропустить важные изменения в условиях или сроках. Для того, чтобы избежать ошибок и повысить эффективность работы отдела закупок необходимо внедрить на предприятии интегрированную систему проведения тендера. В результате сотрудники смогут загружать документы в систему и проводить все операции по тендеру, начиная от планирования и заканчивая подписанием договора с заказчиком. Интегрированная система проведения тендера будет совмещать в себе функции классических ЭТП и рекомендательных веб-сервисов, а также предоставит пользователю возможность автоматизации «рутинных» тендеров и выдаст рекомендуемые конкурсы. Система также всегда будет предупреждать об изменениях в условиях заявки, сроков и состава документов.

Объектом исследования являются современные способы проведения тендера, предметом исследования – функционирование интегрированной рекомендательной системы проведения тендера.

Данная работа имеет следующую структуру. В первом разделе рассмотрены особенности проведения конкурсов в Российской Федерации. Во втором разделе проанализирована работа современ-

ных рекомендательных сервисов. В третьем разделе представлена модель интегрированной рекомендательной системы проведения тендера, спроектирована эффективная структура системы, определены функции и подсистемы. В данном разделе также представлена система динамической фильтрации, которая основана на известных математических методах, применяемых в рекомендательных сервисах. Наконец, в четвертом разделе представлены результаты исследования.

1. Особенности электронного конкурса в РФ

Тендер представляет собой способ конкурентной борьбы, происходящей при соблюдении государственных правил и при определенных условиях, зависящих от внутренних правил торговой площадки, в результате которого, осуществляется процесс заключения договора между заказчиком и победителем конкурса. При данном виде торговой операции заказчик делает выбор из множества предложений компаний, в результате чего выбранная компания обязуется выполнить работу, услугу или поставку товара заказчику. Если обратиться к российским правовым актам (<http://zakupki-tendery.ru/zakonodatel-stvo>), то понятие «тендер» официально не употребляется, вместо него используется термин «конкурс».

Современные веб-площадки по проведению торгов представлены в трех направлениях: государственный заказ, муниципальный заказ и коммерческий заказ. Каждому направлению соответствует организатор и свойственные специализированные критерии отбора. В качестве организаторов могут выступать государственные организации, органы местного самоуправления и коммерческие организации. К числу специализированных критериев относятся соотношение цена-качество, информация о заказах, выполненных ранее участником, а также дополнительные условия, предоставляемые участниками в заявке. На трех направлениях представлены различные формы проведения конкурса. Наиболее часто используемые формы – открытый

конкурс, закрытый конкурс, специализированные торги закрытого типа, запрос котировок, закупка у одного поставщика, запрос предложений.

С января 2011 года все государственные заказчики обязаны регистрировать и проводить конкурс на одной из пяти федеральных государственных электронных площадках: Сбербанк АСТ, Росэторг, ОСЭТ, ЭТП ММБВ «Госзакупки». С января 2014 г. вступил в силу Федеральный закон от 05.04.2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». Теперь, помимо процедуры тендера, на электронных торговых площадках проводится анализ предыдущих торгов, размещается статистика по итогам конкурсов и предоставляется информация о планировании заказов. С помощью Федерального закона от 18.07.2011 г. № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» регулируются действия юридических лиц – государственных корпораций, монополий, автономных учреждений, хозяйственных обществ, компаний среднего и малого бизнеса. До появления закона действия юридических лиц и организация системы конкурса регулировались с помощью множества правовых актов.

2. Современные рекомендательные сервисы по поиску и планированию тендера

Для того, чтобы найти потенциальных партнеров по бизнесу, компании могут использовать поисковые системы, веб-агрегаторы государственных площадок, отраслевые и универсальные ЭТП, платные и бесплатные тендерные площадки, форумы, ЭТП по продаже имущества должника. С развитием информационных технологий большинство современных ЭТП предоставляет своим пользователям дополнительные функции по планированию и проведению тендера. Однако к настоящему времени только платные системы представляют собой полноценные сервисы по поиску и планированию тендера. Данные сервисы решают ряд проблем, среди которых – огромное количество онлайн-площадок проведения конкурсов, специфический интерфейс систем, слабая отдача от поиска, сложность мониторинга изменений условий тендера, вопросы учета и систематизации документов.

Обратимся к результатам опроса крупных компаний Австралии, Великобритании, Китая, Соеди-

ненных Штатов Америки и Японии, представленных в работе [1]. Существуют три вида архитектуры современных электронных торговых площадок. Самая популярная на сегодняшний день – это архитектура, основанная на принципе. В данном случае в роли заказчика и организатора системы выступает государство. Второй вид – архитектура, основанная на независимой третьей стороне. Яркий пример такой системы – коммерческая электронная торговая площадка. Третий вид – архитектура, основанная на распределенных обязанностях между независимыми третьими сторонами. В таких системах функции выполняются разными юридическими лицами, к примеру, одна компания занимается безопасностью системы, а другая отвечает за электронную цифровую подпись. К настоящему времени рекомендательные системы по поиску и планированию конкурса представлены в последних двух видах архитектуры.

3. Интегрированная рекомендательная система проведения тендера

Совершенствование работы отдела закупок компании может быть осуществлена с помощью интегрированной системы проведения тендеров. Для современной России характерно, что рекомендательные сервисы по прохождению конкурсов предоставляют свои услуги посредством веб-сайта и облачных вычислений. Интегрированная система имеет ряд преимуществ: минимизируется вероятность сбоя системы в неподходящий момент, сохраняется конфиденциальность переписки и контроль доступа к информации о конкурсах, минимизируются финансовые и юридические риски, связанные с третьими лицами, используется эффективная система фильтрации тендеров, применяется индивидуальный подход к каждой зарегистрированной в системе компании.

В целом развитие онлайн-систем проведения конкурсов для крупных компаний направлена на повышение эффективности процесса закупок через открытые тендеры. Для среднего бизнеса – это возможность расширения партнерских связей и поиска новых партнеров по бизнесу. Для малого бизнеса – это удобная система поиска и эффективная система рекомендаций, используя которую, компании могут определять тендеры, которые они могут выиграть с наибольшей вероятностью, ознакомиться со статистикой и построить особую стратегию работы отдела закупок.

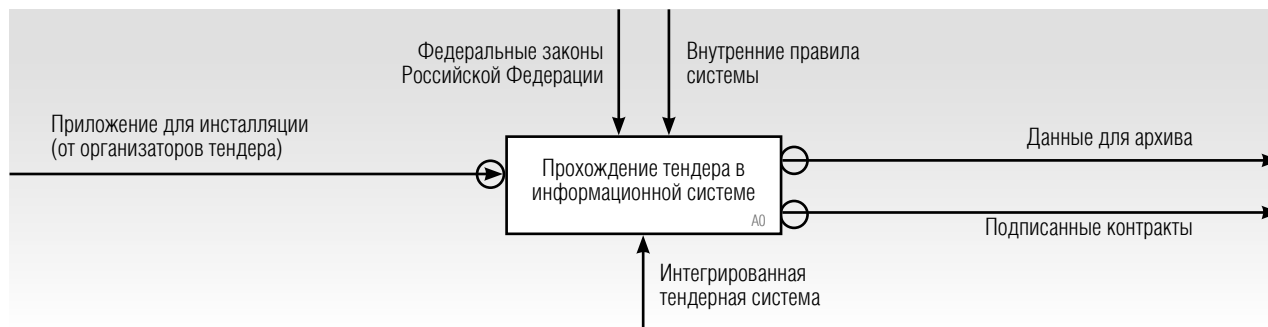


Рис. 1. Контекстная диаграмма процесса прохождения тендера в интегрированной системе

3.1. Процесс прохождения тендера в интегрированной системе проведения тендера

Формализация процесса прохождения тендера строится на основе методологии IDEF0. На *рисунке 1* представлена контекстная диаграмма процесса прохождения тендера в интегрированной системе и соответствующая дополнительная информация о нем. Входной объект – заявки от исполнителей, управление – ФЗ РФ и внутренние правила системы, механизм – интегрированная тендерная система, выходные объекты – данные для архива и подписанные контракты.

Основные функции, которые предоставляет интегрированная система – регистрация в системе, поиск вручную, автоматический поиск, оказание до-

полнительных услуг, учет прохождения конкурса, архивация (*рисунок 2*).

Рассмотрим диаграмму поэтапно. Регистрация в системе подразумевает работу с одобренными заявками от компаний, эта функция выполняется с помощью интегрированной системы и опирается на внутренние правила компании. В результате функция выдает информацию для архива и идентификационный номер пользователя. Зарегистрированные в системе компании могут осуществлять ручной поиск через соответствующие запросы. Автоматический поиск подразумевает рекомендации пользователям, предоставление информации о важных тендерах для компании, а также автоматическое отправление заявок на регулярные конкурсы и настройку электронной подписи в личном ка-

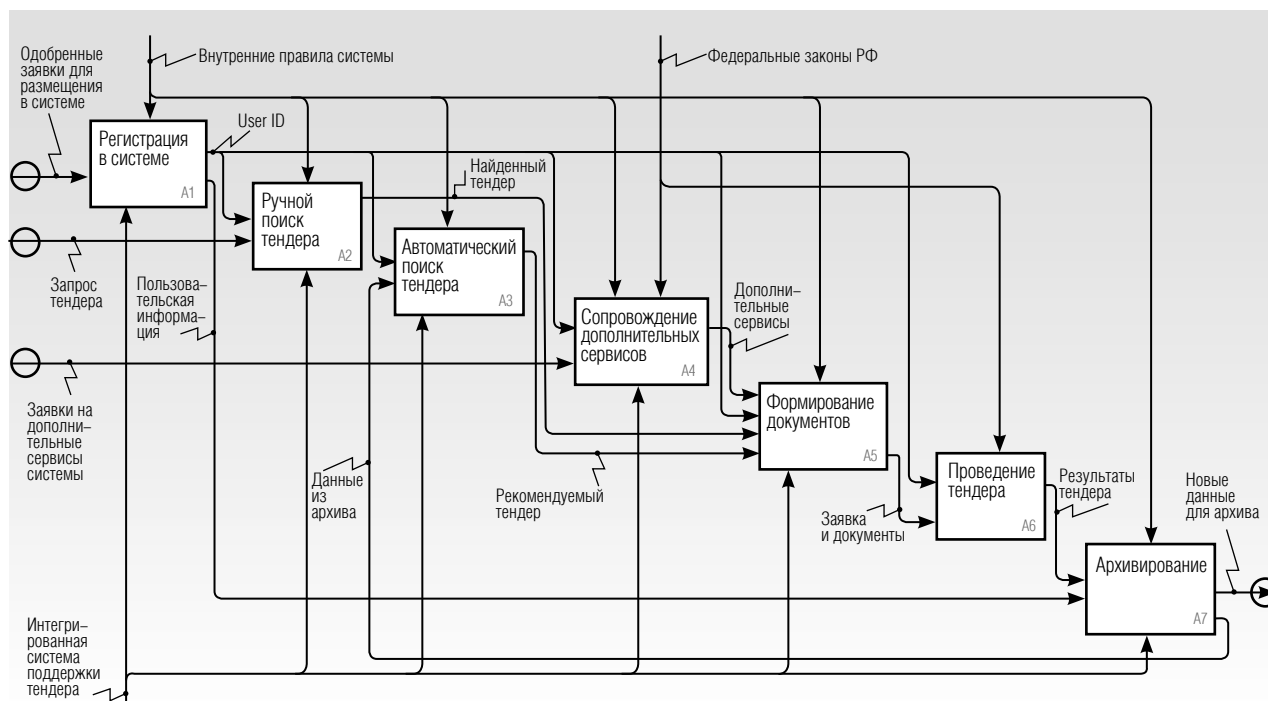


Рис. 2. Диаграмма первого уровня процесса прохождения тендера в интегрированной системе

бинете. Функция оказания дополнительных услуг подразумевает индивидуальный подход к пользователям, при необходимости – помощь при составлении заявки на конкурс, напоминания о сроках и изменений условий, а также подготовку пакета документов. Функция формирования пакета документов использует результаты предыдущих функций – результаты ручного и автоматического поиска и оказанные дополнительные услуги. Функция прохождения тендера подразумевает работу с заявками и пакетами документов от поставщиков. С помощью функции архивации осуществляется анализ данных, который необходим для работы функции автоматического поиска, кроме того, архивируются данные, которые будут использованы в дальнейшей работе.

3.2. Анализ потоков данных в интегрированной системе проведения тендера

Интегрированная система подразумевает работу с исполнителями будущих и текущих конкурсов, а также взаимодействие с руководством системы. Соответствующая контекстная диаграмма, составленная по методологии DFD, представлена на рисунке 3. От зарегистрированных пользователей система получает информацию о компании, после чего на основе последующей совместной работы в личном кабинете формируется статистика, которая позволяет работать рекомендательной системе. От системы компании получают необходимую информацию по тендерам. От руководства система получает внутренние правила, а руководство получает данные для архива.

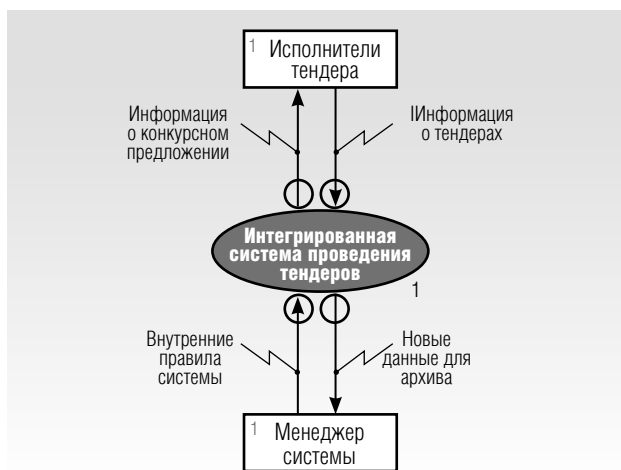


Рис. 3. Контекстная диаграмма интегрированной системы прохождения тендера

Обратимся к диаграмме нулевого уровня, составленной по методологии DFD, на которой изображены все подсистемы интегрированной системы проведения тендера (рисунки 4). Подсистема архива подразумевает хранение информации по сделкам и клиентам, а также ее поиск в хранилище данных. Подсистема поиска предоставляет пользователям возможность осуществлять поиск и сортировку тендеров. При этом поиск может быть осуществлен с помощью ручного метода, также возможен отбор конкурсов по необходимым критериям в рекомендуемых системой тендерах. Подсистема дополнительных услуг предоставляет пользователю возможность выбрать необходимые для него услуги, с помощью которых вероятность выигрыша в тендере возрастет. Подсистема прохождения тендера осуществляет работу по взаимодействию установленной программы с государственными и коммерческими площадками. Посредством эффективно спроектированного интерфейса пользователи могут проходить тендеры прямо в интегрированной системе. Подсистема динамической фильтрации осуществляет подбор рекомендательных тендеров для каждой компании в индивидуальном порядке, основываясь на математических методах и статистике, сформированной в системе архива. Подсистема рекомендации предоставляет пользователю результаты работы подсистемы динамической фильтрации. Если пользователь разрешает проводить автоматическое составление и отправку заявки на регулярные тендеры, то подсистема рекомендаций выполняет эту работу с помощью заложенного алгоритма и электронной цифровой подписи.

3.3. Подсистема динамической фильтрации

Зрелость процесса закупок компании определяется возможностью автоматизации части процессов, что позволяет экономить ресурсы предприятия [2]. Электронный формат заключения сделок позволяет избежать транзакционных издержек, возникающих при поиске подходящего исполнителя. Кроме того, формат тендера открывает ряд возможностей для компаний-подрядчиков в части поиска заказчика. Однако процесс поиска заказчика может оказаться достаточно длительным и требовать сбора большого количества информации. На этом этапе возрастает вероятность для обеих сторон сделать неправильный выбор. В данной части работы предложена модель, позволяющая производить автоматический подбор тендера для исполнителя. В основе модели лежит использование базовых принципов рекомен-

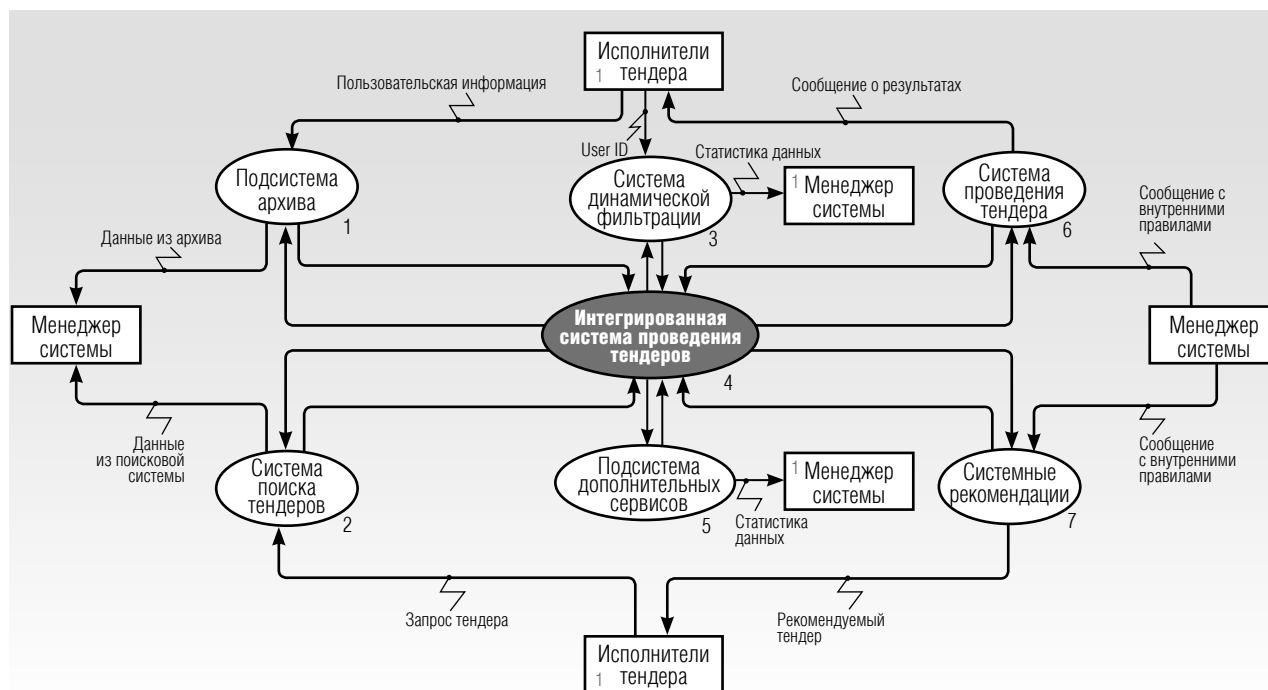


Рис. 4. Диаграмма нулевого уровня интегрированной системы прохождения тендера

дательного сервиса. Ключевое отличие – в том, что метод применяется для подбора тендера, в котором компания-подрядчик может принять участие. В основе лежит принцип коллаборативной фильтрации: для рекомендаций используется история оценок как самого пользователя, так и других пользователей.

Для начала работы рекомендательной системы, пользователям необходимо оценить тендеры, в которых они приняли участие через данную программу. Это условие является обязательным, поскольку на основании этих данных будут строиться дальнейшие рекомендации. Для оценки различных тендеров пользователям предложен определенный набор характеристик. Оценки за каждый параметр располагаются в диапазоне от 1 до 5.

К числу рассматриваемых характеристик относятся:

- ◆ стабильность состояния документов;
- ◆ стабильность состояния условий заявки;
- ◆ стабильность сроков;
- ◆ уровень обратной связи с заказчиком;
- ◆ степень прозрачности сделки;
- ◆ корректность условий заявки.

На основе оценок каждой из этих характеристик формируется общая оценка тендера, которая вычисляется по формуле среднего взвешенного:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{n},$$

где \bar{x} – оценка, присвоенная пользователем определенному тендеру;

x_i – балл, выставленный за i -ю характеристику, $i = 1, \dots, n$;

w_i – вес i -й характеристики, $i = 1, \dots, n$;

n – количество характеристик.

Цель алгоритма – сгенерировать рекомендацию для каждого подрядчика. Рекомендация представляет собой предложение тендера, которое может быть интересно данному исполнителю. Система делает рекомендацию, предсказывая оценку, которую пользователь поставил бы определенному тендеру на основании его предыдущих оценок. Важным является то, что при регистрации в системе пользователь указывает сферу своей деятельности для подбора соответствующего предложения.

Простейшая метрика, позволяющая оценить близость двух элементов – евклидово расстояние между векторами. Очевидно, что чем меньше эта величина, тем ближе между собой находятся элементы и, следовательно, имеют больше сходств. На основании этого могут быть построены некоторые рекомендательные подборки. Однако данный метод является не единственным. Более качественный подбор воз-

можен при использовании более сложных расчетов. Рассмотрим несколько возможных алгоритмов предсказания оценки.

Прежде всего, рассмотрим более продвинутое способы фильтрации. Имеется множество исполнителей ($u \in U$) и множество тендеров, подходящих данному подрядчику ($t \in T$). На основании обработанной информации, система дает рекомендацию e_{ut} .

Первый алгоритм связан с кластеризацией пользователей. Сначала необходимо ввести функцию схожести $\text{sim}(u, v)$, где u – выбранный пользователь системы, v – сопоставляемый с ним пользователь. Эта функция показывает, насколько у пользователей схожа история выставления оценок.

Данную функцию можно задать несколькими способами. Например, ее можно охарактеризовать как долю тендеров, в которых приняли участие обе компании, или долю тендеров, для которых у компаний совпали оценки. Далее пользователи разбиваются на кластеры, по принципу «похожие с похожими»: $u \rightarrow G(u)$.

Предсказываемая оценка пользователя для определенного тендера вычисляется как средняя оценка всего кластера, к которому относится данный пользователь:

$$\widehat{e}_{ut} = \frac{1}{|G(u)|} \sum_{v \in G(u)} e_{vt},$$

где \widehat{e}_{ut} – предсказанная оценка тендера t пользователем u , $t \in T$, $u \in G(u)$;

$|G(u)|$ – число пользователей в кластере, к которому относится пользователь u ;

e_{vt} – оценка тендера t пользователем v (другим пользователем кластера), $t \in T$, $v \in G(u)$;

T – множество тендеров;

$G(u)$ – множество пользователей кластера.

Рассмотрим еще один алгоритм, основанный на принципе «user-based», который можно использовать для создания рекомендаций [4]. Приведем формулу, по которой делается предсказание оценки. Здесь также потребуются функция схожести, о которой упоминалось ранее:

$$\widehat{e}_{ut} = \bar{e}_u + \frac{\sum_{v \in U} \text{sim}(u, v)(e_{vt} - \bar{e}_v)}{\sum_{v \in U} \text{sim}(u, v)},$$

где \widehat{e}_{ut} – предсказанная оценка тендера t пользователем u , $t \in T$, $u \in G(u)$;

\bar{e}_u – средняя типичная оценка, выставляемая пользователем u , $u \in G(u)$;

\bar{e}_v – средняя оценка схожего пользователя v , $v \in G(u)$;

e_{vt} – фактическая оценка тендера t схожим пользователем v , $t \in T$, $v \in G(u)$;

$\text{sim}(u, v)$ – функция сходства оценок пользователей u и v , $u \in G(u)$, $v \in G(u)$;

T – множество тендеров;

$G(u)$ – множество пользователей кластера.

Еще один способ оценки основан на идее сингулярного разложения [4]:

$$\widehat{e}_{ut}(\beta) = p_u^T q_t, \\ \beta = \{p_u; q_t \mid u \in U, t \in T\},$$

где $\widehat{e}_{ut}(\beta)$ – предсказанная оценка тендера t пользователем u , $t \in T$, $u \in G(u)$;

p_u – возможная оценка пользователя u , $u \in U$;

q_t – возможная оценки тендера t , $t \in T$;

β – пара оценок (возможная оценка пользователя p_u и возможная оценка тендера q_t);

T – множество тендеров;

U – множество пользователей.

В данном случае p_u и q_t являются параметрами, которые необходимо оценить. Необходимо оптимизировать качество будущих предсказаний:

$$(\widehat{e}_{ut}(\beta) - e_{ut})^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $\widehat{e}_{ut}(\beta)$ – предсказанная оценка тендера t пользователем u , $t \in T$, $u \in G(u)$;

e_{ut} – фактическая оценка тендера t пользователем u , $t \in T$, $u \in G(u)$;

β – множество возможных оценок пользователя u и тендера t ;

T – множество тендеров;

U – множество пользователей.

Система располагает некоторым количеством прошлых оценок, следовательно, можно говорить о наличии обучающей выборки. Перепишем (1), проведя регуляризацию:

$$\sum_{u,t} (\widehat{e}_{ut}(\beta) - e_{ut})^2 + \lambda \sum_{\varphi \in \beta} \varphi^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $\widehat{e}_{ut}(\beta)$ – предсказанная оценка тендера t пользователем u , $t \in T$, $u \in G(u)$;

e_{ut} – фактическая оценка тендера t пользователем u и тендера t ;

λ – параметр регуляризации, $\lambda > 0$;

φ – стабилизирующий функционал;

β – множество возможных оценок пользователя u и тендера t ;

T – множество тендеров;

U – множество пользователей.

Свойством параметра регуляризации λ является то, что при $\lambda \rightarrow 0$ и наличии ошибок в исходных данных решение корректной задачи стремится к истинному решению соответствующей некорректной задачи. Назначение стабилизирующего функционала φ – обеспечить устойчивость нахождения решения задачи при неточных исходных данных.

Перепишем (2) для целей поставленной задачи:

$$\sum_{u,t} (p_u^T q_t - e_{ut})^2 + \lambda (\sum_u \|p_u\|^2 + \sum_t \|q_t\|^2) \rightarrow \min,$$

где β – множество возможных оценок пользователя u и тендера t ;

p_u – возможная оценка пользователя u , $u \in U$;

$\|p_u\|$ – норма оценок пользователя u , $u \in U$;

q_t – возможная оценка тендера t , $t \in T$;

$\|q_t\|$ – норма оценок тендера t , $t \in T$;

e_{ut} – фактическая оценка тендера t пользователем u , $t \in T$, $u \in G(u)$;

λ – параметр регуляризации, $\lambda > 0$;

T – множество тендеров;

U – множество пользователей.

Таким образом, задача свелась к нахождению минимума данного функционала. Это позволяет найти наиболее корректные оценки для предсказаний.

Отдельным преимуществом разработанной системы является не только автоматический подбор тендера для подрядчика, но и оценка вероятности победы в нем. Для вычисления вероятности система анализирует несколько критериев, выставляя им оценку от 1 до 10. К числу критериев относятся:

- ◆ степень загруженности исполнителя тендера;
- ◆ опыт работы пользователя в системе;
- ◆ соответствие тематической области тендера;
- ◆ себестоимость производства;
- ◆ географическая удаленность (если данный показатель не играет роли для конкретной ситуации, то система использует первые четыре критерия для оценки вероятности выигрыша).

Вероятность вычисляется по формуле:

$$P(T) = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{\sum_{i=1}^n B_i} \cdot \frac{1}{n}, \quad (3)$$

где $P(T)$ – вероятность победы в тендере;

A_i – балл который присваивается системой конкретному тендеру, исходя из представленной выше оценки;

B_i – максимальный балл;

$\sum_{i=1}^n A_i$ – сумма баллов, присвоенных конкретному тендеру, исходя из критериев;

$\sum_{i=1}^n B_i$ – максимально возможная сумма баллов;

n – количество участников тендера.

Помимо расчета вероятности в процентах, предусматривается разбиение результата вероятности выигрыша по категориям (таблица 1).

Таблица 1.

Категории вероятности выигрыша в тендере

Категории	Название категории	Вероятность выигрыша (%)
Категория 1	Наиболее высокая вероятность выигрыша	90 – 100
Категория 2	Высокая вероятность выигрыша	70 – 89
Категория 3	Средняя вероятность выигрыша	50 – 69
Категория 4	Низкая вероятность выигрыша	30 – 49
Категория 5	Наименее низкая вероятность выигрыша	0 – 29

Таким образом, в данной части работы рассмотрены следующие методы фильтрации: оценка важных параметров тендера и расчет рекомендации через среднее взвешенное; простейшая метрика через евклидово расстояние; алгоритм, связанный с кластеризацией пользователей; алгоритм, основанный на принципе «user-based»; алгоритм, основанный на сингулярном разложении матрицы. Вероятность выигрыша в конкурсе оценивается с помощью критериев и расчета оценок по формуле (3).

4. Результаты исследования

В ходе исследования разработана эффективная интегрированная рекомендательная система по проведению тендера. За счет агрегирования и отбора данных с разных ЭТП из совокупности альтернативных тендеров исключаются так называемые «ложные» тендеры (лоты с единственным поставщиком, лоты со специальными ограничениями и т.п.). С помощью автоматизированных функций и рекомендаций уменьшается уровень транзакционных издержек со стороны исполнителей тендера. Качественная интегрированная система подразумевает возможность хранения и обработки огромного массива данных.

Данная система может быть использована компаниями разного масштаба производства и разного рода деятельности. С помощью автоматизации

процессов в отделе закупок, связанных с проведением тендера, предприятия могут экономить свои денежные средства. Эффективность данной системы зависит от проработанной структуры подсистем, от окружения основных функций системы, от базовых алгоритмов, заложенных в систему фильтрации. Разработка структуры интегрированной системы опиралась на базовые принципы современного направления e-tendering. Основные черты данного направления определены в книге [5], к ним относятся минимизация юридических и финансовых рисков, минимизация ошибок при составлении заявок, эффективная система поиска тендеров.

В ближайшем будущем системы проведения тендеров смогут выйти на более высокий уровень качества. Многие зарубежные авторы рассуждают о возможном скором изменении структуры тендера (например, в работе [6]), а также исследуют вопрос об изменении конструкции проведения тендера. С развитием технологий рекомендательных сервисов появятся интегрированные системы, которые смогут автоматизировать часть процессов в отделе закупок, в результате чего сократятся расходы на обеспечение и проведения закупок через тендер, увеличится уровень зрелости процесса закупок, увеличится поток сделок, расширится база партнеров и автоматизируются «рутинные» тендеры.

4.1. Пример работы системы фильтрации

Приведем некоторые расчеты, иллюстрирующие работу системы фильтрации. Для примера выберем алгоритм, основанный на методе «user-based». Предположим, что имеется два пользователя *A* и *B*. Есть информация о том, как они оценили тендеры, в которых они приняли участие (таблицы 2 и 3). Необходимо предсказать, какую оценку поставит пользователь *A* тендеру 6.

Таблица 2.

Оценки пользователя А

Тендер	Оценка
Тендер 1	5
Тендер 2	3
Тендер 3	4
Тендер 4	2
Тендер 5	5

Таблица 3.

Оценки пользователя В

Тендер	Оценка
Тендер 1	5
Тендер 2	3
Тендер 4	4
Тендер 5	5
Тендер 6	1
Тендер 8	2

Введем функцию сходства как долю тендеров, для которых у исполнителей совпали оценки. Оба подрядчика приняли участие в тендерах 1, 2, 4 и 5. Однако, оценки совпали лишь для тендеров 1, 2, и 5. Таким образом доля тендеров, для которых совпали оценки для пользователя *A*, составляет 3/5.

Далее, применяя формулу предсказания оценки, вычислим предсказание оценки тендера 6 пользователем *A*:

$$\widehat{e}_{u,t} = \bar{e}_u + \frac{\sum_{v \in U} \text{sim}(u, v)(e_v - \bar{e}_v)}{\sum_{v \in U} \text{sim}(u, v)},$$

где $\widehat{e}_{u,t}$ – предсказанная оценка тендера *t* пользователем *u*, $t \in T$, $u \in G(u)$;

\bar{e}_u – средняя типичная оценка, выставляемая пользователем *u*, $u \in G(u)$;

\bar{e}_v – средняя оценка схожего пользователя *v*, $v \in G(u)$;

e_v – фактическая оценка тендера *t* схожим пользователем *v*, $t \in T$, $v \in G(u)$;

$\text{sim}(u, v)$ – функция сходства оценок пользователей *u* и *v*, $u \in G(u)$, $v \in G(u)$;

T – множество тендеров;

G(u) – множество пользователей кластера.

Среднюю типичную оценку пользователя (\bar{e}_u) возьмем как среднее арифметическое ряда оценок, выставленных системой. Если мы опасаемся зависить оценку, то можно брать среднее геометрическое, поскольку оно всегда меньше среднего арифметического, кроме случаев, когда все оценки равны. В данном случае это 3,8, для случая использования среднего геометрического это 3,59. Для пользователя *B* средняя оценка (\bar{e}_v) составляет 3,3. Проведя вычисления, мы получаем 3,83. Это означает, что пользователь *A*, вероятнее всего, поставит тендеру 6 оценку 4.

4.2. Пример расчета

Для оценки вероятности победы в тендере система использует предложенную нами методологию, присваивая каждому из параметров значение от 1 до 10. Здесь стоит обратить внимание на то, что разные параметры по-разному учитываются системой. Еще раз обратимся к характеристикам, используемым при подсчете вероятности и приведем некоторые комментарии по методологии присвоения оценок:

- ◆ степень загруженности исполнителя тендера (в данном случае связь обратная: чем больше загружен данный исполнитель, тем меньший балл за данную характеристику он получает);

- ◆ опыт работы пользователя в системе (здесь связь прямая: чем более опытен пользователь, тем выше оценку ему присваивается);

- ◆ соответствие сферы деятельности предметной области закупки (прямая связь);

- ◆ себестоимость производства (в данном случае связь обратная: чем ниже себестоимость производства у данного производителя, тем большую оценку он получает. Чем ниже себестоимость, тем более низкую цену может запросить данный исполнитель и, следовательно, он имеет больше шансов получить заказ, что должно найти отражение в формуле);

- ◆ географическая удаленность (если данный показатель не играет роли для конкретной ситуации, то система использует первые четыре критерия для оценки вероятности выигрыша. В данном случае связь тоже прямая: чем ближе находится исполнитель к заказчику, тем больше вероятность выигрыша).

Предположим, что в тендере участвуют две фирмы – *A* и *B*. Ниже приведена *таблица 4* с оценками, выставленными системой.

Таблица 4.

Оценки, выставленные системой

Параметр	Фирма А	Фирма В
Степень загруженности	8	2
Опыт работы	7	4
Соответствие	10	7
Себестоимость	8	8
Географическая удаленность	10	5

Используя формулу (3) для нахождения вероятности выигрыша, получим, что для фирмы *A* вероятность выигрыша составляет 43 %, а для фирмы *B* – 26 %. Очевидно, что у фирмы *A* шансов на победу больше, причем с ростом числа участников вероятность победы будет снижаться.

Заключение

Таким образом, в данной статье рассмотрена эффективная интегрированной система проведения тендера. Проанализировано текущее состояние федеральных законов РФ, выделены особенности прохождения конкурсов. Сформулированы проблемы, которые решает данная система для компаний различного масштаба производства. Разработана структура рекомендательного сервиса с помощью методологий IDEF0 и DFD. Рассмотрены известные математические методы и алгоритмы, которые могут быть применимы в рамках подсистемы динамической фильтрации тендеров. ■

Литература

- 1 Du R., Foo E., Nieto J.G., Boyd C. Designing secure e-tendering systems // Trust, privacy, and security in digital business / S. Katsikas, J. Lopez, G. Pernul (eds). Lecture Notes in Computer Science, vol. 3592. Springer, Berlin, Heidelberg: TrustBus, 2005. P. 70–79.
- 2 Модель зрелости закупок. Анализ функции закупок в российских компаниях / KPMG, 2011. [Электронный ресурс]: <https://home.kpmg.com/ru/ru/home/insights/2011/06/model-of-procurement-maturity.html> (дата обращения 01.09.2017).
- 3 Sarwar B.M., Karypis G., Konstan J.A., Reidl J. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms // Proceedings of the 10th International World Wide Web Conference. Hong Kong, 1–5 May 2001. P. 285–295.
- 4 Джонс Т.М. Рекомендательные системы. Часть 1. Введение в подходы и алгоритмы. [Электронный ресурс]: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/os-recommender1/> (дата обращения: 15.03.2017).
- 5 E-tendering – Security and legal issues: Research report / E.P. Dawson [et al.]. Brisbane: CRC Construction Innovation, 2005.
- 6 Lavelle D., Bardon A. E-tendering in construction: time for a change? // Northumbria Working Paper Series: Interdisciplinary Studies in the Built and Virtual Environment. 2009. No. 2 (2). P. 104–112.

Improvement of the procurement process using the integrated tender recommendation system

Zinaida K. Avdeeva

Senior Researcher, Trapeznikov Institute of Control Sciences;
Associate Professor, Department of Innovation and Business in Information Technologies
National Research University Higher School of Economics
Address: 65, Profsoyuznaya Street, Moscow, 117997, Russian Federation
E-mail: avdeeva@hse.ru

Alexander A. Utrobin

Bachelor in Business Informatics
National Research University Higher School of Economics
Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation
E-mail: alexanderutrobin11@gmail.com

Ilya Y. Lykov

MSc Program Student, Faculty of World Economy and International Affairs
National Research University Higher School of Economics
Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation
E-mail: lykov.ilya@gmail.com

Abstract

Currently, tender procedures occupy an important place in the work of the procurement department of any company. Most of the modern recommendation services operate on web-platforms. Implementation of a tendering system in a company can increase the level of maturity of the procurement process and will not require serious changes in the structure of the processes. This article is devoted to the study of the structure of an integrated tender recommendation system. The integrated tender recommendation system is based on procedures prescribed by federal laws, aggregated tenders from different e-trade sites (presenting state and commercial platforms); it offers to its users additional services.

The main purpose of the study is to develop an effective model of an integrated tender recommendation system. In the description part of this article, we present information on peculiarities of the tender procedure in the Russian Federation and modern advisory services are considered. The functional advantages of an integrated system in comparison with the web platform are set out. The structure of the system is designed using several approaches. Using the IDEF0 methodology, a functional model of the system that reflects the work of processes has been developed and described. The operation of the main system and subsystems has been analyzed using the projected diagrams of the DFD methodology. A mathematical model of dynamic filtering of tenders for creating recommendations to users is described. Relying on the basic principles of collaborative filtering and, with the help of appropriate algorithms, the integrated system gives recommendations to users and determines the probability of success in a particular tender. Application of such technology of tenders is possible in companies of different scale. The developed structure of the integrated system and filtering methods for recommendations are based on the basic principles of a new international trend – e-tendering.

Key words: recommendation services, tender, electronic trading platform, integrated system, dynamic filtration.

Citation: Avdeeva Z.K., Utrobin A.A., Lykov I.Y. (2017) Improvement of the procurement process using the integrated tender recommendation system. *Business Informatics*, no. 4 (42), pp. 29–39. DOI: 10.17323/1998-0663.2017.4.29.39.

References

1. Du R., Foo E., Nieto J.G., Boyd C. (2005) Designing secure e-tendering systems. *Trust, privacy and security in digital business* / S. Katsikas, J. Lopez, G. Pernul (eds). Lecture Notes in Computer Science, vol. 3592. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 70–79.
2. KPMG (2011) *Model' zrellosti zakupok. Analiz funktsii zakupok v rossiyskikh kompaniyakh* [Procurement maturity model. Analysis of the procurement function in Russian companies]. Available at: <https://home.kpmg.com/ru/ru/home/insights/2011/06/model-of-procurement-maturity.html> (accessed 01 September 2017) (in Russian).
3. Sarwar B.M., Karypis G., Konstan J.A., Reidl J. (2001) Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. *Proceedings of the 10th International World Wide Web Conference. Hong Kong, 1–5 May 2001*. P. 285–295.
4. Jones T.M. (2014) *Rekomendatel'nye sistemy. Chast' 1. Vvedenie v podkhody i algoritmy* [Recommendation systems. Part 1. Introduction to approaches and algorithms]. Available at: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/os-recommender1/> (accessed 15 March 2017) (in Russian).
5. Dawson E.P., Duncan W.D., Christensen S.A., Black P.J., Foo E., Du R., Boyd C.A., Nieto J. (2005) *E-tendering – Security and legal issues: Research report*. Brisbane: CRC Construction Innovation.
6. Lavelle D., Bardon A. (2009) E-tendering in construction: time for a change? *Northumbria Working Paper Series: Interdisciplinary Studies in the Built and Virtual Environment*, no. 2 (2), pp. 104–112.