



ПРОВЕДЕНИЕ КОНКУРСА (ТЕНДЕРА) ПО ПРИОБРЕТЕНИЮ СРЕДСТВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Э.Л. Ицкович
(ИПУ РАН)

Рассматривается способ организации и проведения конкурса на средства и системы автоматизации производства, гарантирующий всесторонний анализ поступивших на конкурс заявок (предложений) и выбор наилучшей продукции

Введение

В существующих рыночных условиях наиболее рациональным технически и эффективным экономически способом приобретения средств и систем автоматизации является организация конкурса (тендера). При этом от принятого метода проведения конкурса зависит возможность приобретения действительно наилучшей по заданным критериям продукции.

Основными средствами и работами по АСУТП, выносимыми на конкурс могут являться ПТК, датчики, исполнительные механизмы, открытые SCADA-программы, работы по алгоритмизации и программированию ПТК и отладке прикладного ПО, работы по проектированию, монтажу, наладке, пуску, сдаче под ключ всей АСУ или ее отдельных частей.

При создании АСУТП для вновь строящегося объекта обычно предметом единого конкурса являются все средства и работы по созданию АСУТП. При создании АСУТП для действующего объекта наиболее распространенным предметом конкурса является приобретение и внедрение ПТК (при этом используются уже имеющиеся на объекте датчики и исполнительные механизмы). При модернизации действующих АСУТП часто проводится замена или добавление отдельных частей ПТК, датчиков, исполнительных механизмов.

Последовательность работ при проведении конкурса

Началом проведения конкурса можно считать решение заказчика (обычно руководство предприятия) о конкурсном приобретении продукции и формирование заказчиком *конкурсной комиссии*. Иногда на российских предприятиях (и почти всегда на зарубежных предприятиях) к организации конкурса привлекают также специальную *консалтинговую организацию* для квалифицированного проведения конкурса. В этом случае она, обычно, работает совместно с конкурсной комиссией (а иногда и вместо нее). Это наиболее целесообразно и эффективно для заказчика. Заметим, что консалтинговая фирма ни в коем случае не должна быть ангажирована (связана) ни с одним из возможных участников конкурса.

Конкурсная комиссия организует рабочую группу из специалистов предприятия и совместно с ней раз-

рабатывает конкурсную документацию. Параллельно с этой работой конкурсная комиссия определяет критерии, по которым должны оцениваться заявки, формирует оценки значимости (веса) каждого критерия, утверждает перечень критериев и их веса у заказчика. Пример возможного перечня критериев для выбора ПТК: перспективность программных и технических средств ПТК; надежность работы ПТК; широта модификаций контроллеров, входящих в состав ПТК; мощность инструментальных средств создания прикладного ПО АСУТП; динамичность работы ПТК и его отдельных средств; диапазоны свойств окружающей среды, в которых работают технические средства ПТК; широта распространения ПТК в мире, в России, в данной отрасли; репутация производителя ПТК.

Далее конкурсная комиссия проводит *анализ рынка* в части имеющихся предложений на приобретаемую продукцию, решает вопрос о виде объявляемого конкурса и о приглашении на него определенных фирм, получает согласие фирм на участие в конкурсе и *рассылает им конкурсную документацию*.

Во время составления участниками конкурса заявок конкурсная комиссия отвечает на возникающие у них вопросы и, при необходимости, консультирует их по отдельным положениям конкурсной документации. Параллельно, конкурсная комиссия *отбирает экспертов* для работы в экспертной комиссии и договаривается с ними о форме проведения экспертизы заявок.

После получения заявок конкурсная комиссия производит *отбор и отклонение тех заявок*, в которых не выполнено хотя бы одно обязательное требование конкурсной документации.

Конкурсная комиссия созывает и организует *работу экспертной комиссии*. Она передает экспертам все необходимые для проведения экспертизы материалы, а экспертная комиссия последовательно анализирует полученный материал; получает через конкурсную комиссию разъяснения по всем возникающим у нее вопросам; обсуждает, при необходимости, содержание конкурсных заявок; проводит голосование, определяя *оценки заявок по отдельным заданным критериям*.

Результаты голосования вводятся в компьютер, который вычисляет *общую ранжировку заявок* (решает многокритериальную задачу); после чего экспертная комиссия утверждает ранжировку заявок и вырабатывает рекомендации по контрактным переговорам с победителем конкурса.

Конкурсная комиссия оформляет результаты конкурса и *защищает перед заказчиком (руководством предприятия) полученные результаты* и рекомендации.

Особенности формулировки основной части конкурсной документации – технических требований на приобретаемую продукцию

Конкурсная документация состоит из следующих разделов: информации о характеристиках конкурса, описания объекта автоматизации, требований к поставщикам продукции, технических требований к приобретаемой продукции. В последнем, основном разделе запрашиваются необходимые сведения о свойствах и характеристиках продукции, которые участник конкурса должен описать в своей конкурсной заявке.

Есть ряд общих условий, которым должны удовлетворять технические требования на любую приобретаемую продукцию.

Комплекс технических требований к продукции должен быть *полным*, т. е. он должен включать все запросы и указания, необходимые участникам конкурса для составления технической части конкурсных заявок. Например, при требованиях на поставку технических средств автоматизации иногда забывают о необходимости запросов (или требований) по возможности их работы в условиях определенной промышленной окружающей среды (наличии в окружающей среде влаги и пыли, электрических и магнитных помехах, о вибрации в местах установки технических средств и т. д.)

Техническая часть конкурсной документации не должна содержать *никакой излишней информации*, т. е. указаний и технических требований, которые не нужны участникам конкурса для составления конкурсных заявок. Например, если объявлен конкурс на поставку ПТК для АСУТП, то приводимые, зачастую, требования реализовывать в ПТК конкретные алгоритмы контроля и регулирования излишни, т. к. в ПТК могут быть запрограммированы любые алгоритмы, важно только указать функции, которые должен выполнить ПТК, классы алгоритмов (регулирование, логическое управление, статистические расчеты и т. д.) и технические характеристики средств, реализующих эти функции.

Технические требования должны быть *совершенно конкретными*, т. е. в них не должно быть положений, на которые нельзя точно отреагировать. Например, нельзя допускать приводимых иногда технических требований к ПТК типа "контроллеры должны обладать высокой надежностью"?!.

Все выдвигаемые технические требования должны быть сформулированы так, чтобы они *однозначно понимались* разными участниками конкурса, иначе их кон-

курсные заявки будут несопоставимы. Например, если в технической части конкурсной документации приведено требование к ПТК "реакция на аварийный сигнал должна не превышать 10 мс", то участники конкурса могут его по разному интерпретировать: либо как реакцию на аварийный сигнал в отдельном контроллере ПТК, либо как реакцию на аварийный сигнал в сети контроллеров ПТК, либо как реакцию оператора на аварийный сигнал через его рабочую станцию.

Технические требования должны четко подразделяться на следующие виды:

– *обязательные требования* – необходимые значения отдельных характеристик предлагаемых средств, условия реализации определенных работ, необходимое выполнение заданных, отдельных положений;

– *запросы* – искомая информация об отдельных технических характеристиках и свойствах средств и работ, искомые определенные сведения об участниках конкурса;

– *рекомендации* – предпочтительные, желательные характеристики, условия, положения, предлагаемой продукции.

Поданные на конкурс заявки *должны содержать ответы на все запросы, удовлетворять всем обязательным требованиям и по возможности и усмотрению участников конкурса выполнять рекомендации заказчика*.

Невыполнение участниками конкурса *обязательных требований* ведет к исключению их конкурсных заявок с конкурса, тогда как невыполнение участниками конкурса рекомендаций ведет лишь к снижению оценок их конкурсных заявок по отдельным критериям. Например, в группу рекомендуемых положений к техническим средствам автоматизации обычно входят положения по перспективности средств; их невыполнение не мешает внедрению средств на объекте автоматизации, но может усложнить и удорожить их эксплуатацию.

При проведении конкурса любое разъяснение отдельных положений технических требований разным участникам конкурса, любые переговоры с ними по поводу технической части конкурсной документации не должно, ни в малейшей степени, *изменять содержание этих положений для отдельных участников конкурса*. Например, в требованиях к блокам ввода/вывода ПТК содержится положение "Требуется индивидуальная гальваническая развязка аналоговых каналов не менее, чем на 500 В". При переговорах с одним из участников конкурса конкурсная комиссия разрешила ему поставку блоков ввода/вывода с индивидуальной гальванической развязкой аналоговых каналов на 300 В. Естественно, это нарушило равенство требований для всех участников конкурса и исключило проведение реально справедливого конкурса. Любое изменение технической части конкурсной документации должно сопровождаться обязательным официальным извещением об этом всех участников конкурса.

Материалы, необходимые для работы экспертной комиссии

Для работы экспертной комиссии конкурсная комиссия передает ей следующий перечень материалов и документов:

- конкурсную документацию, по требованиям которой участники конкурса составляли заявки;
- конкурсные заявки, полностью удовлетворяющие обязательным требованиям конкурсной документации;
- перечень критериев оценки конкурсных заявок и их веса;
- качественное содержание отдельных критериев и соответствие качественных оценок заявок по этим критериям количественным оценкам в баллах, которыми эксперты должны оценивать заявки. Для того, чтобы эксперты могли правильно, с точки зрения конкурсной комиссии, понимать содержание каждого критерия и переводить качественное содержание конкурсных заявок в количественные балльные оценки, каждый критерий должен обязательно сопровождаться конкретной словесной (качественной) интерпретацией граничных баллов по данному критерию. Только тогда у всех оценивающих конкурсные заявки экспертов будет примерно одинаковое представление о содержании определенных балльных оценок по отдельным критериям.

Работа по оценочному анализу конкурсных заявок, которую должны произвести эксперты для правильной и объективной их оценки по разным критериям, является достаточно трудоемкой и часто требует гораздо большего времени, чем отведено на все время работы экспертной комиссии. Для ускорения и облегчения работы экспертов, а также для повышения объективности результатов конкурса рекомендуется передавать в экспертную комиссию не только сами конкурсные заявки, но и *специальные сопоставительные таблицы* основных характеристик конкурсных заявок, т. е. характеристик, отвечающих требованиям конкурсной документации и соответствующих критериям оценок конкурсных заявок.

Эти сопоставительные таблицы, форма которых разрабатывается конкурсной комиссией, состоят из *обобщенных, концентрированных* данных, которые необходимы (хоть, зачастую, и недостаточны) для оценки экспертами конкурсных заявок по отдельным критериям.

Каждая сопоставительная таблица содержит группу каких-либо однородных характеристик заявок (например, таблица технических характеристик контроллеров ПТК, таблица условий эксплуатации технических средств ПТК, таблица характеристик датчиков, таблица репутации разработчиков прикладного ПО). В каждой таблице по строчкам откладываются отдельные сопоставляемые свойства, характеристики, параметры; по столбцам откладываются наименования (номе-

ра) заявок. В зависимости от темы конкурса и разнообразия продукции число таких сопоставительных таблиц может находиться примерно в диапазоне 5...15.

Важно, чтобы при составлении таких таблиц по материалам отдельных конкурсных заявок, не происходило никакого искажения информации, т. е. чтобы любые данные в конкурсной заявке какого-либо участника конкурса не были бы, хотя бы и произвольно, при переводе в таблицу неправильно поняты или неверно интерпретированы. Для этого каждый столбец таблиц, относящийся к определенной заявке, либо заполняется подателем этой заявки, либо подписывается им в подтверждении правильности его заполнения.

Особенности проведения экспертизы конкурсных заявок

Объективная, квалифицированная, всесторонняя, учитывающая все приоритеты заказчика оценка заявок, поступивших на конкурс, является основой правильного выбора победителя конкурса. Поскольку каждая заявка оценивается по многим, заданным заказчиком критериям, то общая ее оценка получается на основе двухэтапной процедуры:

- на первом этапе эксперты на основе своих знаний оценивают каждую заявку по каждому отдельному критерию;
- на втором этапе методом решения задачи многокритериального выбора программа вычисляет общую оценку каждой заявки, как определенную функцию от всех полученных на первом этапе оценок заявки по каждому критерию.

Способ проведения этой двухэтапной процедуры должен удовлетворять ряду требований:

- эксперты должны однозначно понимать содержание сформулированных заказчиком критериев;
- соответствие между качественными характеристиками заявок и их числовыми (балльными) оценками должно быть одинаково понимаемо разными экспертами, чтобы их мнения были бы сопоставимы;
- процедура голосования экспертов (протоколы ими оценок заявок по отдельным критериям) должна быть организована так, чтобы исключить влияние на каждого эксперта мнений других экспертов и любых посторонних факторов;
- используемый метод определения общей оценки каждой заявки должен быть прозрачен и понятен заказчику, чтобы он мог доверять полученному результату;
- программа вычисления общей оценки каждой заявки должна быть построена так, чтобы она работала на практически любом ПК, и ее могли использовать практически любые необученные пользователи, владеющие только навыками ввода текста и чисел в компьютер;
- для повышения объективности полученного результата экспертизы и его содержательного анализа программа, кроме общей ранжировки заявок, должна выдавать данные, показывающие отличия

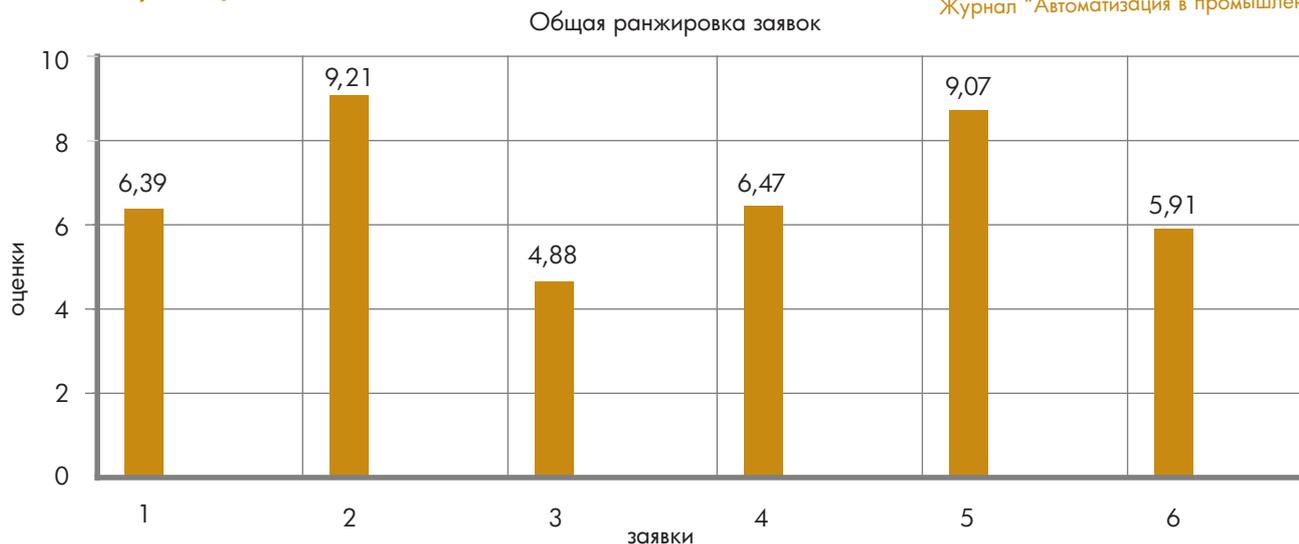


Рис. 1

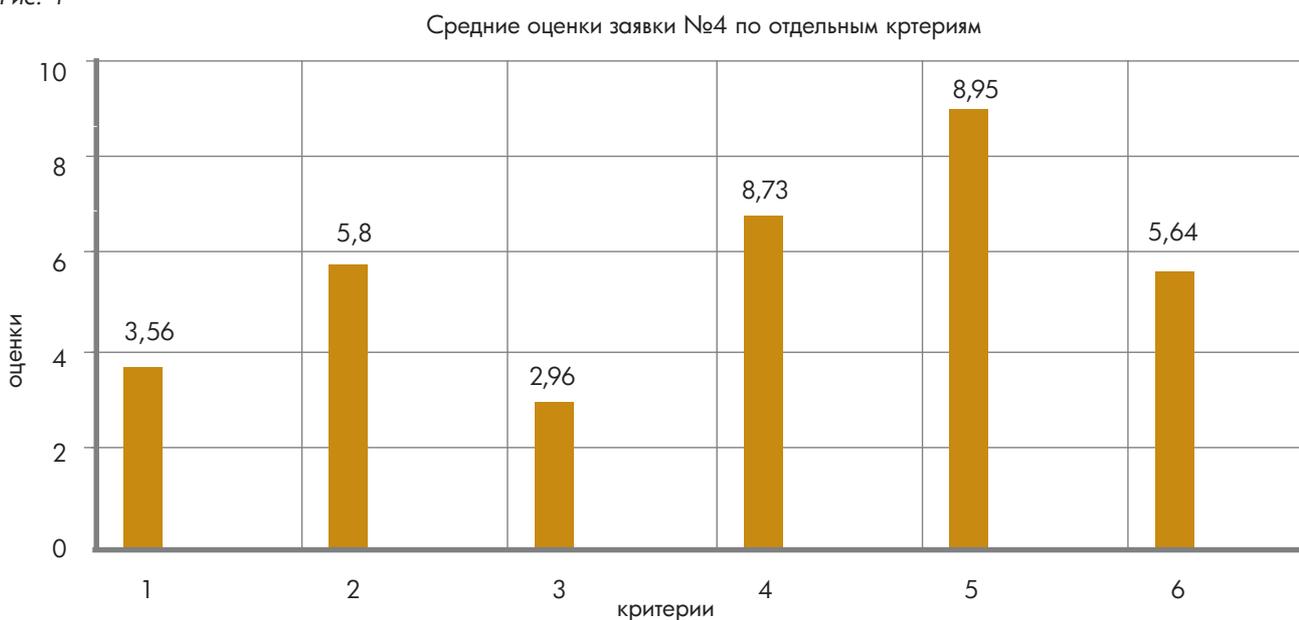


Рис. 2

заявок по отдельным критериям, и диаграммы, анализирующие работу отдельных экспертов, что позволяет, при необходимости, корректировать вычисление общих оценок заявок.

Результатом работы каждого эксперта на первом этапе экспертизы является заполнение им бюллетеня, в котором он каждой заявке по каждому заданному критерию ставит балльную оценку.

После ввода всех заполненных бюллетеней и весов всех критериев в компьютер, программа многокритериального выбора вычисляет общие оценки всех заявок (их ранжировку) и, кроме того, выдает ряд добавочных результатов, позволяющих проанализировать полученную ранжировку.

На рис. 1 дан пример полученной диаграммы общей ранжировки заявок. Диаграмма показывает распределение мест всех заявок и определяет насколько общие оценки отдельных заявок в целом по заданному множеству критериев отличаются друг от друга (так в данном примере заявки 2 и 5, занявшие 1 и 2

места, настолько мало по оценкам отличаются друг от друга, что можно говорить о разделении ими 1 места).

Выдаваемые программой усредненные по мнениям всех экспертов оценки заявок по отдельным критериям позволяют сопоставить сильные и слабые стороны отдельных заявок. Так, на рис. 2 показан пример диаграммы средних оценок заявки №4 по отдельным критериям, из которого видно, что данная заявка имеет очень высокую оценку по критерию №5 и достаточно низкие оценки по критериям №№1 и 3.

Существенным результатом, характеризующим ответственность, квалификацию, независимость мнений отдельных экспертов, являются выдаваемые программой диаграммы согласованности оценок экспертов по отдельным критериям каждой заявки.

Содержательный анализ всех полученных результатов позволяет экспертной комиссии всесторонне обосновать выбор победителя конкурса и дать рекомендации заказчику по заключению с ним договора о поставке продукции.

Затронутый в статье материал в части всех работ по анализу рынка и экспертизе заявок развернуто и всесторонне освещен в выпусках:

БИБЛИОТЕКА

"ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА"

Под ред. зав. лабораторией методов автоматизации производства ИПУ РАН Э. Л. Ицковича.

Предлагаются аналитические работы, помогающие правильной ориентации специалистов по автоматизации на современном насыщенном рынке программных и технических средств автоматизации производства и рациональном выборе этих средств.

I. Методика оценки конкурсных заявок и программа обработки результатов голосования экспертной комиссии. Работа состоит из методики проведения экспертизы заявок на средства и системы автоматизации, программы решения задачи многокритериального выбора, инструкции конечного пользователя.

II. Серия аналитических обзоров

Выпуск 1. "Программные средства визуализации измерительной информации для дисплейных пультов оператора (SCADA-программы)".

Выпуск 2. "Микропроцессорные ПТК отечественных фирм".

Выпуск 3. "Сетевые комплексы контроллеров зарубежных фирм на рынке СНГ".

Выпуск 4. "Полномасштабные микропроцессорные распределенные системы управления".

Выпуск 5. "Перспективные программные и технические средства автоматизации: их стандартизация, свойства, характеристики, эффективность эксплуатации".

Выпуск 6. "Интеллектуальные датчики общепромышленного назначения на рынке СНГ".

Выпуск 7. "Современные интегрированные АСУП (ERP-системы) на рынке СНГ. Часть 1. Пакеты отечественных производителей".

Выпуск 8. "Современные интегрированные АСУП (ERP-системы) на рынке СНГ.

Часть 2. Пакеты зарубежных производителей".

По единой форме в этих обзорах описываются важные для потенциальных заказчиков свойства и характеристики разных средств и систем отечественного и зарубежного производства, используемых на предприятиях СНГ и активно поддерживаемых на нашем рынке; проводится сопоставление важнейших показателей однотипных средств разных производителей, что позволяет определить рациональную нишу применения каждого средства. Объем каждого выпуска 100 – 160 страниц.

Справки по вопросам, касающимся содержания работ и их заказа можно получить у проф. Э. Л. Ицковича по тел. и факсу (095) 334-90-21, по E-mail: itskov@ipu.rssi.ru

Заключение

Рассмотренный способ приобретения средств и систем автоматизации полностью использует имеющуюся конкурентную ситуацию для производителей продукции, позволяет за-

казчику грамотно ориентироваться на существующем рынке, гарантирует объективный анализ поступивших на конкурс предложений (заявок), отбирает наилучшую по критериям заказчика продукцию.

Ицкович Эммануил Львович – д-р техн. наук, проф., заведующий лабораторией методов автоматизации производства ИПУ РАН.

Контактный телефон (095) 334-90-21. E-mail: itskov@ipu.rssi.ru

СТРАТЕГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ¹

В.М. Чадаев (ИПУ РАН)

Показано принципиальное влияние значения вероятности правильного выполнения операции (которое никогда не бывает равно единице) на стратегию автоматизации.

Надежность выполнения технологических операций

При выполнении любых технологических операций возможны ошибки. Это правило не имеет исключений, независимо от того, выполняются ли операции автоматом или человеком. Различаются только вероятности этих ошибок. Для разных операций они изменяются от нескольких процентов до тысячных долей процента. Сама по себе вероятность правильного выполнения технологической операции 0,99 или 0,999 кажется очень высокой, но для изготовления изделий их необходимо выполнить тысячи. Если операции статистически независимы (а это, как правило, так) вероятность не сделать ни одной ошибки из-за умножения вероятностей будет очень мала. Например, при выполнении тысячи операций она будет равна $0,99^{1000}$ или после возведения в сте-

пень соответственно 0,0000432. То есть выполнить 1000 операций, не сделав ни одной ошибки, практически невозможно. Конечно, существуют способы борьбы с этим злом (об этом позже – в следующей статье), но не учитывать этого при выборе оптимального варианта автоматизации нельзя.

Стоимость рабочего времени робота

Если вероятность правильного выполнения отдельных технологических операций не равна 1, то выражение для стоимости единицы рабочего времени робота, приведенное в предыдущей статье, должно быть изменено. Это связано с тем, что средняя время выполнения отдельной технологической операции при изготовлении любого (то есть годного или негодного) робота и для изготовления годного робота не совпадают.

¹ Продолжение. Начало см. в журнале "Автоматизация в промышленности" №2, 2003.