

С.И.Безденежных

## Предложения по совершенствованию порядка проведения опытно-конструкторских работ при создании автоматизированных систем военного назначения

*В статье сформулированы предложения по корректировке порядка проведения опытно-конструкторских работ (ОКР), направленные на ускорение появления нововведений в автоматизированных системах управления военного назначения и снижение рисков ОКР от ошибок на стадии формирования требований. Предложения включают применение эволюционного подхода к разработке, изменение статуса тактико-технического задания и внедрение двухконтрактной системы.*

Стремительное развитие технологий на рубеже XX-XXI столетия привело к интенсификации внедрения инноваций в разрабатываемые и модернизируемые образцы высокотехнологической продукции. В то же время наблюдается отставание отечественной продукции оборонного назначения от мирового технологического уровня.

В этой статье предлагаются меры по корректировке порядка проведения опытно-конструкторских работ (ОКР), направленные на ускорение появления нововведений в автоматизированных системах управления военного назначения (АСУ ВН) и снижение рисков ОКР от ошибок на стадии формирования требований. Предложения включают применение эволюционного подхода к разработке, изменение статуса тактико-технического задания (ТТЗ) и внедрение двухконтрактной системы ОКР.

### **1. Анализ существующих проблем при проведении опытно-конструкторских работ по созданию АСУ ВН**

Вопрос технологического отставания изделий, создаваемых для Вооруженных Сил Российской Федерации, остро стоит во всех высокотехнологичных, быстро развивающихся отраслях оборонно-промышленного комплекса, в том числе в области связи и автоматизированных систем управления.

Быстроту изменений технологической базы современных ЭВМ принято иллюстрировать законом Мура. В соответствии с ним ко-

личество транзисторов, размещаемых на кристалле микросхемы, удваивается каждые 24 месяца, что приводит к экспоненциальному росту быстродействия вычислительных машин и объемов их памяти. Также стремительно происходит эволюция программных средств: в среднем, каждый год выходят обновления пакетов программ, улучшающие их функциональность, ежемесячно появляются обновления, устраняющие уязвимости и увеличивающие быстродействие программ.

Анализ данных основного заказчика средств АСУ и связи военного назначения – Управления заказов по совершенствованию технической основы системы управления ВС РФ (УЗС ТОСУ) показывает, что реальный средний срок проведения ОКР по созданию АСУ ВН сегодня составляет почти 7 лет. При этом около половины ОКР не укладываются в сроки, указанные в первоначальном контракте. Почти 10% ОКР за последние десять лет были отменены на этапе проведения государственных испытаний в связи с потерей ими своей актуальности.

Рассматривая процессы, посредством которых МО РФ осуществляет управление созданием вооружения и военной техники (ВВТ), нужно отметить, что описаны они в системе военных стандартов по разработке и постановке продукции на производство (СРПП ВТ). Сам комплекс стандартов СРПП ВТ был сформирован в середине 1970-х годов, когда распределение полномочий и обязан-

ностей осуществлялось исходя из целевого, практически не ограниченного финансирования. Сейчас создание ВВТ проходит в новых рыночных условиях, при которых на конкурсной основе заключаются контракты с фиксированной ценой.

Кроме проблем нормативной базы (не учитывающей современные условия) и высокого темпа смены технологий, на процесс создания новых АСУ ВН негативно влияет сокращение штатной численности вовлеченных органов военного управления: военной науки, заказывающих управлений и военных представительств. Этот факт, а также уменьшение числа согласований разрабатываемых ТТЗ, привело к значительному снижению качества ТТЗ, что отражается в ошибках планирования, множестве неточных и двусмыслен-

ных формулировок, включении заведомо невыполнимых требований.

Вышесказанное демонстрирует, что новые условия, в которых происходит создание вооружения, требуют новых подходов к регулированию процессов подготовки и проведения ОКР.

В первую очередь, разработанные Минобороны России ТТЗ на ОКР нуждаются в проверке на предмет их реализуемости, оценке рисков, связанных с разработкой, готовностью научно-технического задела, испытательной и производственной баз (рисунок 1). Ранее эти задачи решались предприятиями, которые участвовали в разработке ТТЗ и согласовывали его. Сейчас вопросы оценки рисков перешли под ответственность довольствующих органов и Военно-научного комитета МО РФ.

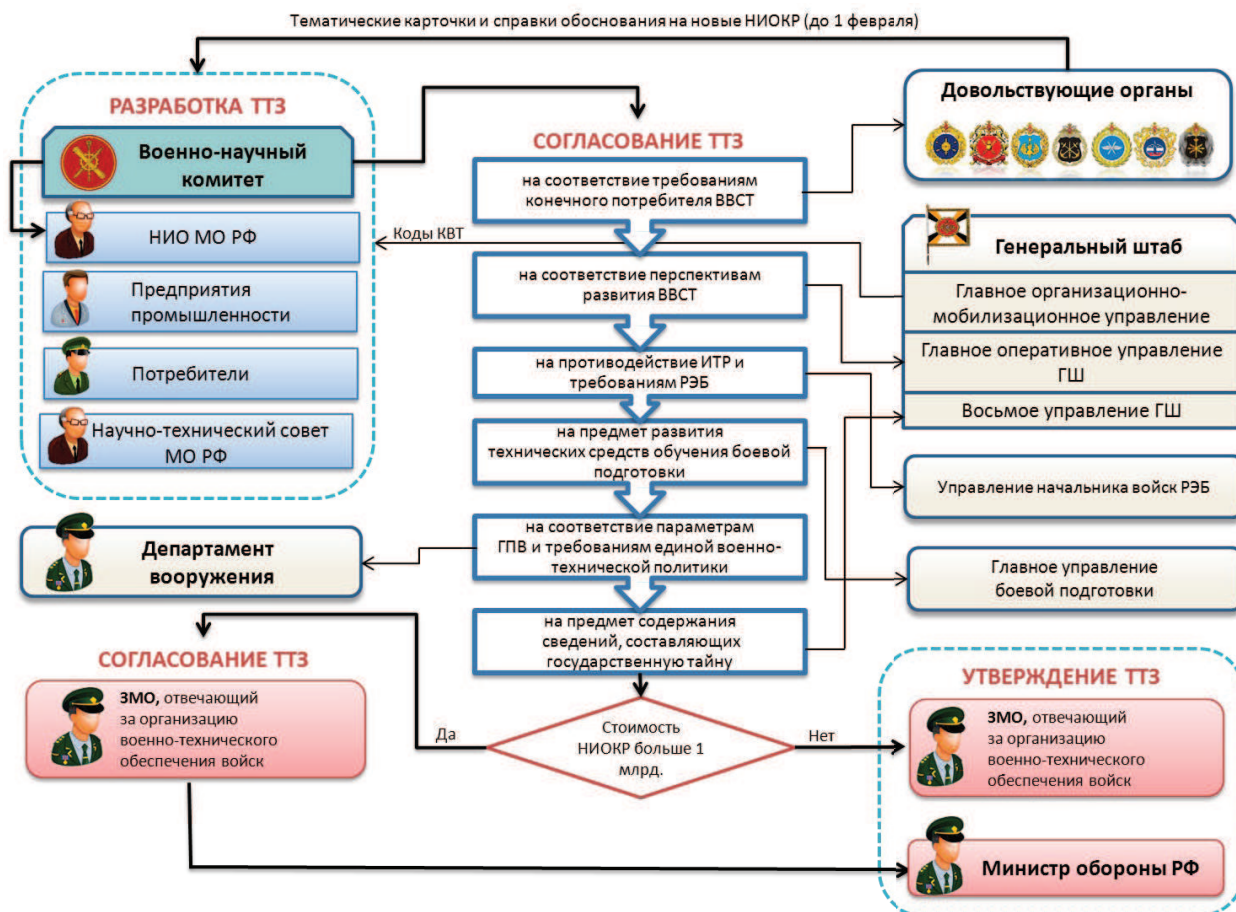


Рисунок 1 – Порядок разработки ТТЗ в Минобороны России

Создание вооружения в рыночных условиях привело к тому, что исполнитель, опира-

ясь на неполноту разработанного заказчиком ТТЗ, стремится создать не лучшее, а формаль-

но удовлетворяющее ТТЗ, экономически выгодное для самого исполнителя изделие. При этом исполнителя практически невозможно уличить в недобросовестности.

Раньше в процессе разработки изделия заказчик, при необходимости, мог достаточно свободно компенсировать недостатки ТТЗ, уменьшив или увеличив объем работ, в том числе изменив объемы финансирования. В нынешних условиях снижение количества работ, как правило, не приводит к снижению цены. Увеличение объема работ в ОКР обычно возможно не более чем на 10% от цены контракта и представляет проблему, так как рассчитать стоимость отдельных элементов затрат по разработке изделия достаточно сложно.

Заключение контрактов на ОКР по фиксированной цене заставляет предприятия закладывать в цену контракта все возможные риски, связанные с разработкой изделия. Заказчик же, даже обладая информацией о том, что ОКР невыполнима, стеснен в приостановке работы. Разрыв контракта, заключенного на фиксированную сумму, представляет большую проблему для заказчика. Организации же при срыве работ пытаются расторгнуть контракт на более поздних этапах, так как работы будут закрываться по фактиче-

ским затратам и предприятия смогут списать (т. е. получить) больше средств.

Существующее федеральное законодательство в области закупок прямо запрещает менять существенные условия контракта, такие как сроки выполнения работ, даже при обоюдном согласии сторон, что в условиях рисков разработки высокотехнологичной продукции часто приводит к конфликтным ситуациям между разработчиком и заказчиком.

С целью совершенствования процессов управления созданием и модернизацией АСУ ВН в Минобороны России предлагается ряд мероприятий, затрагивающих порядок разработки технического задания, порядок заключения контрактов и процессы, описанные в ГОСТ СРПП ВТ.

## 2. Эволюционная модель к разработке изделий

Используемый сегодня Минобороны России комплекс стандартов СРПП отражает характерную для периода 1970-1990 гг. модель разработки, так называемую каскадную (водопадную) модель (рисунок 2). Эта модель предусматривает последовательное выполнение всех этапов проекта в строго фиксированном порядке. Каждый этап завершается после полного выполнения и документального оформления всех предусмотренных работ.

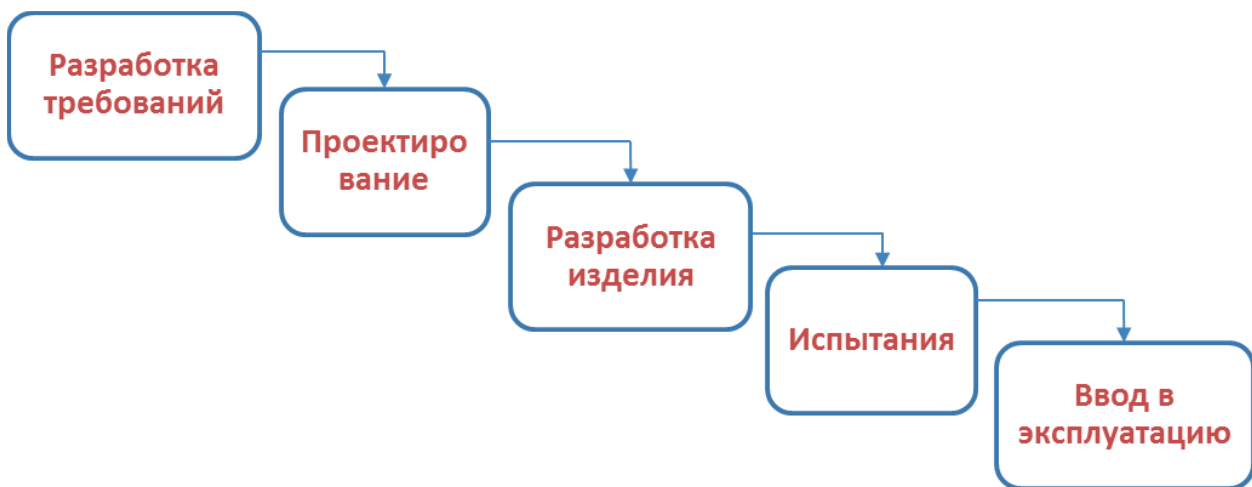


Рисунок 2 – Каскадная модель разработки

Одним из основных недостатков каскадной модели является невозможность возврата

к предыдущим этапам и уточнения или пересмотра ранее принятых решений. Это выра-

жается, например, в том, что ошибки и недоработки ТТЗ, выявляемые на этапах ОКР, создают много проблем в ходе разработки и иногда не позволяют заказчику получить оптимальное для него изделие.

В 1986 году Барри Боэмом была предложена альтернатива каскадной модели – спиральная модель процесса разработки (рисунок 3). По мнению многих, она стала существенным прорывом в понимании природы разработки программного обеспечения [1].



Рисунок 3 – Спиральная модель разработки

При таком подходе проектные задачи группируются в виде фаз («витков спирали»), направленных на разработку последовательности поставляемых изделий, каждое из которых со временем наращивает свои функциональные возможности [2]. В пределах фаз разработки конечные продукты обычно разбиваются на более мелкие, но пригодные к эксплуатации компоненты, так что функциональность поставляемых заказчику изделий, прошедших несколько итераций, со временем наращивается. Сущность этого процесса состоит в том, чтобы постоянно предоставлять заказчику реальные, имеющие практическую ценность компоненты системы, которые можно использовать, проанализировать, а затем по результатам анализа выработать изменения к первоначальным требованиям на поставляемое изделие. Сформулированные изменения учитываются на следующей итерации при наращивании функциональных возможностей компонентов, входящих в комплект поставки.

В середине 90-х годов спиральная модель разработки начала набирать популярность не только в среде информационных технологий,

но и в других областях разработки высокотехнологичной продукции. В 2003 году, наряду с каскадной моделью, спиральная модель разработки под именем «Эволюционное приобретение» (Evolutionary Acquisition) вошла в Инструкцию МО США №5000.02 «Функционирование системы оборонного заказа» – главный документ МО США, определяющий порядок разработки ВВСТ [3,4]. При очередном пересмотре Инструкции №5000.02 в 2008 году эволюционный заказ стал предпочтительным способом создания ВВСТ в Минобороны США.

Эволюционный подход к созданию изделий провозглашает переход от разового, жесткого, неизменяемого набора требований к постоянному процессу уточнения технического задания и порождению параллельного потока работ по созданию изделия. При этом акцент делается не на выполнение всех требований ТТЗ, а на создание и представление заказчику изделия, имеющего полезные характеристики (свойства), способного заменить неудовлетворяющие современным требованиям, стоящие на вооружении образцы ВВСТ. Результатом такого подхода является сокра-



щение рисков заказчика от ошибок в ТТЗ, сокращение сроков получения полезного образца и ускорение внедрения в систему вооружения нововведений.

Например, в МО США формирование требований к изделиям происходит в рамках отдельного процесса в Объединенной системе разработки и интеграции характеристик (The Joint Capabilities Integration and Development System – JCIDS) (Инструкция МО США 3170.01Н) [5]. В ходе разработки изделия выходит череда документов, уточняющих характеристики создаваемого изделия, которые не являются догмой и могут изменяться. Неизме-

няемым является только документ, задающий требования назначения (основные функции изделия).

### 3. Эволюционный подход к разработке АСУ ВН

Эволюционный подход к разработке АСУ ВН (рисунок 4) нацелен на ускорение внедрения нововведений и заключается в том, что иногда целесообразно провести испытания, начать производство, поставку и эксплуатацию нового изделия, если оно будет полезно, и без завершения разработки всех предусмотренных схемой деления компонентов (составных частей).

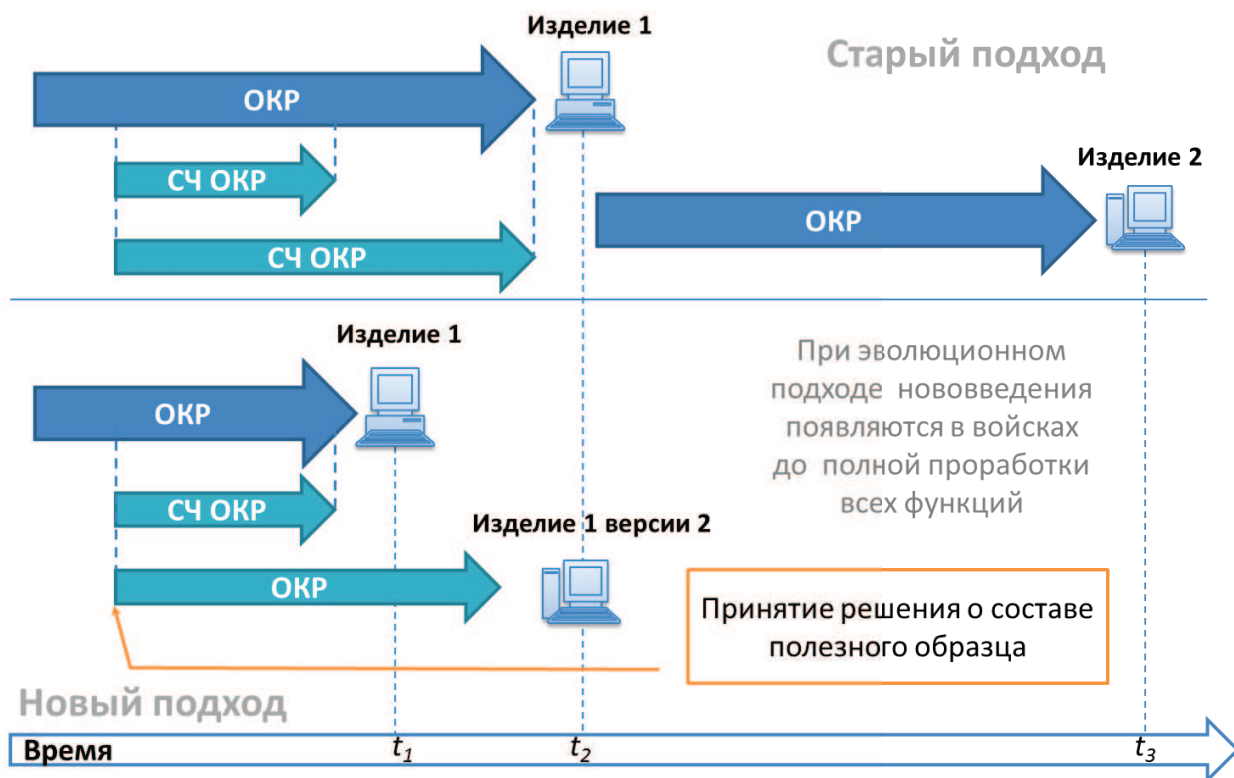


Рисунок 4 – Эволюционный подход к разработке АСУ ВН

Другими словами, производство и использование изделия начинается до того, как будут созданы все составные части с так называемыми незрелыми технологиями. При этом вместо еще не созданных составных частей используются существующие изделия с подходящими характеристиками. Важной частью этого подхода является решение заказчика о том, что образец полезен и готов для использования в предложенном виде.

Например, многие автопроизводители выводят на рынок новую марку машины до завершения разработки всей гаммы опций и двигателей, используя взамен отработанные ранее технологии. И по мере доработки опций предлагают на рынок новые комплектации. Конечно, такой подход ведет к увеличению многообразия применяемых изделий, но он не приводит к значительному снижению унификации за счет того, что в ранних верси-

ях изделий применяются уже существующие решения (применение «недоделок» не допускается).

Эволюционный подход к разработке вооружения особенно эффективен для модульных систем, которыми в своем большинстве являются АСУ ВН. Модульность, в случае необходимости, позволяет доработать изготовленные и поставленные в вооруженные силы изделия до необходимой ревизии.

В качестве примера недостатка существующего каскадного подхода можно привести ОКР по созданию полевого подвижного пункта управления «Акация-М». Это изделие состоит из автомобильного шасси с кунгом (контейнером), внутри которого смонтированы поставляемые серийно средства вычислительной техники, в которые загружено специальное программное обеспечение (СПО). Работа по созданию этой АСУ проходила в 2001-2008 гг.

Долгий срок создания АСУ «Акация-М» обусловлен различными сложностями при разработке СПО и обеспечении его взаимодействия с другими системами. При этом из-за давнего срока начала разработки СПО использует технологии программного обеспечения, актуальные для 2004 года.

В случае эволюционного подхода создание части комплекса программ могло быть вынесено в отдельную работу, а автомобили, уже решающие значительную часть задач, стали бы поступать в войска, начиная с 2005 года. Доработка изделия заключалась бы в обновлении программного обеспечения, и многие недостатки, выявленные только сейчас, могли бы быть уже устранены.

С целью внедрения эволюционного подхода необходимо, чтобы на этапе технического проекта ОКР исполнитель оценил, какие составные части изделия требуют значительного времени на разработку (или не могут быть созданы в ходе ОКР по другим причинам), и разработал на них отдельные тактико-технические задания. Потребитель должен принять решение о целесообразности ис-

пользования изделия без готовности указанных составных частей и необходимости последующей доработки изготовленных изделий до последней ревизии. В последнем случае необходимо также оценить и учесть при принятии решения объем затрат на проведение соответствующих работ по бюллетеням.

В случае если комиссия заказчика принимает решение о том, что образец будет полезен и без готовности некоторых составных частей, должна производиться соответствующая корректировка ТТЗ и последующее заключение отдельных контрактов на разработку составных частей, а также выполняться планирование бюджетных средств для проведения работ по бюллетеням.

#### **4. Двухконтрактная система выполнения ОКР**

Стоимость разработки на этапах эскизного и технического проекта (ЭП и ТП), как правило, существенно ниже стоимости работ по созданию рабочей конструкторской документации (РКД), сборке опытного образца и проведению его испытаний, а риски, связанные с неправильным определением объема работ, наоборот, гораздо выше на первых этапах.

При заключении контракта разработчик в принципе не может учесть всего объема работ, так как облик образца еще не определен и схема деления создаваемого изделия еще не разработана. Соответственно, невозможно всесторонне проработать стоимость разработки составных частей с возможными соисполнителями.

В ГОСТ РВ 15.203-2001 определено, что на этапе эскизного проекта исполнитель подготавливает разные варианты возможных решений с учетом их экономических оценок, описанием особенностей вариантов, их конструктивной и технологической проработки с приведением сравнительной оценки вариантов, в том числе по показателям качества изделий ВТ, с учетом мировых тенденций и перспектив развития техники и технологии. Однако в ситуации, когда контракт уже заключен сразу на все этапы по фиксированной цене, разработ-

чик в первую очередь стремится снизить свои затраты на разработку, а уже потом предложить оптимальные варианты решения задачи.

Выходом из сложившейся ситуации может стать разделение единого контракта ОКР на две части (рисунок 5):

первый контракт для этапов с большим риском – эскизного и технического проектирования;

второй контракт на этапы, когда ясны кооперация, объем работ и их стоимость – на разработку РКД, сборку опытного образца и проведение испытаний.

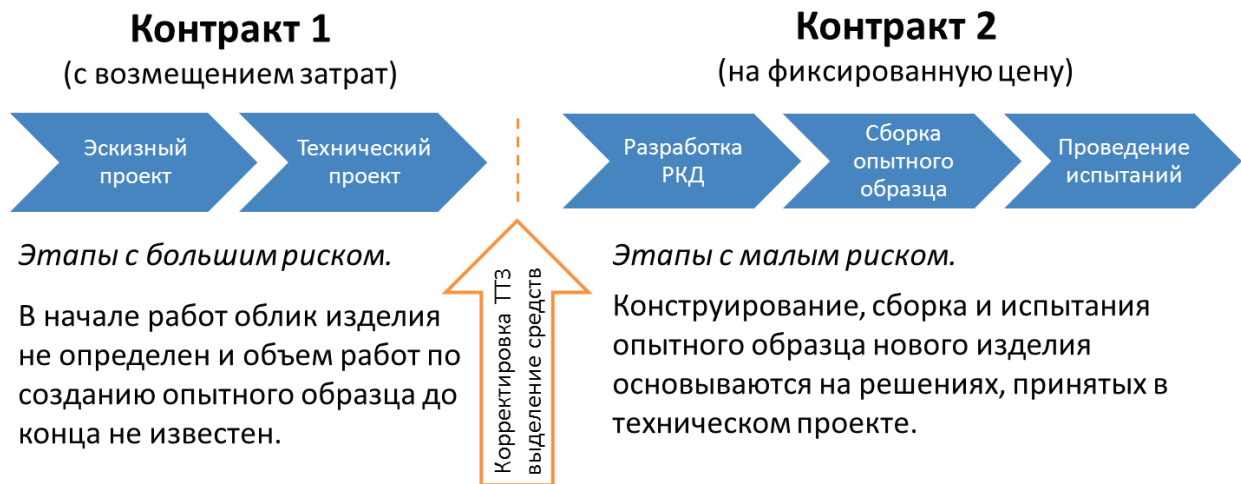


Рисунок 5 – Двухконтрактная система ОКР

Разделение контракта на две части позволит повысить качество этапов ЭП и ТП за счет снижения влияния оптимизации своих расходов головным исполнителем, а также позволит снизить риски неправильного определения сроков и объемов работ для этапов РКД, сборки опытного образца и проведения испытаний.

Учитывая небольшую стоимость этапов предварительного проектирования, заказчик может параллельно задать одну работу нескольким предприятиям и при заключении следующего контракта на разработку по результатам конкурса определить лучшее решение. Зарубежный опыт показывает, что в конкурентной среде предприятия готовы выполнить недорогой этап предварительного проектирования даже за собственные средства.

В случае наличия объективных трудностей создания опытного образца (которые выясняются уже на этапе ТП) снижаются риски заказчика по срыву исполнителем ОКР на бо-

лее поздних этапах, что обычно приводит к потере времени и денежных средств. Двухконтрактный подход стимулирует конкуренцию предприятий не только при разработке ЭП и ТП, но и при заключении контракта на создание опытного образца.

### 5. Изменение статуса тактико-технического задания

В настоящее время ТТЗ является неотъемлемой частью контракта на ОКР и одновременно исходным техническим документом, устанавливающим комплекс тактико-технических требований к создаваемому изделию, а также требований к содержанию, объему и срокам выполнения ОКР.

В соответствии с идеологией ГОСТ СРПП для изделий, создание которых требует решения сложных научно-технических проблем и значительных материальных и финансовых ресурсов, разработку ТТЗ на ОКР проводят при выполнении самостоятельных НИР или аванпроекта. Однако размер материальных и финансовых ресурсов, при котором требуется

самостоятельная НИР, не определен ни в нормативных, ни в директивных документах. Также не всегда должностные лица Минобороны России могут адекватно определить наличие сложных научно-технических проблем при создании того или иного изделия.

За последние 15 лет в УЗС ТОСУ был задан только один аванпроект (в 2014 г.) по обоснованию и разработке ТТЗ на ОКР. В связи со спецификой планирования финансирования работ, заключения контрактов и приемки работ, разработка ТТЗ на ОКР (с заключением отдельного контракта) занимает не меньше года. После чего согласование ТТЗ со всеми заинтересованными органами военного управления может затянуться еще на 6 месяцев. Таким образом, в существующих условиях обоснование требований к новым изделиям занимает не менее полутора лет.

Указанные выше проблемы, длительный срок разработки и согласования требований в быстро изменяющейся области АСУ ВН, заставляет Минобороны России самостоятельно формировать ТТЗ. Наряду с этим, сокращение штатной численности органов военного управления, вовлеченных в процесс разработки и согласования ТТЗ, привело к существенному снижению качества ТТЗ. Это отражается в ошибках планирования, множестве неточностей ТТЗ, включении заведомо невыполнимых требований. Сам процесс формирования ТТЗ на ОКР не подразумевает его проверку на предмет реализуемости заложенных требований и, соответственно, не оцениваются риски, связанные с разработкой, готовностью научно-технического задела, испытательной базы и производства.

Несмотря на то, что ГОСТ РВ 15.201-2003 допускает корректировку требований ТТЗ, правовые органы Минобороны России трактуют изменения в ТТЗ (особенно сроки проведения этапов), как изменение существенных условий контракта, что запрещено существующим законодательством о закупках.

По сути, разработка ТТЗ в отдельной НИР (аванпроекте) призвана переложить с заказ-

чика на исполнителя обоснование облика изделия, формулирование конкретных ТТХ, сроков и объемов работ. Заказчик в техническом задании на НИР (аванпроект) делает акцент на цели и задачи, которые будут решаться новым изделием.

Предлагается распространить ответственность за формулирование тактико-технических требований на исполнителя ОКР и считать существенным условием контракта только первый и второй раздел ТТЗ по ГОСТ РВ 15.201-2003: «Наименование, шифр ОКР, основание, исполнитель и сроки выполнения ОКР» и «Цель выполнения ОКР, наименование и индекс изделия». Кроме того, целесообразно ТТЗ дополнить обязательным разделом «Функциональные требования», а сроки выполнения работ рассматривать как условие контракта, определяемое по результатам конкурса (устанавливать предельный срок выполнения).

При формировании ТТЗ заказчику необходимо делать упор на формирование цели, перечня задач и функций, которые должны быть реализованы в изделии (вместо конкретных ТТХ). Проработка и обоснование конкретных тактико-технических требований, состава изделия должна производиться исполнителем одновременно с приемкой этапов ОКР и утверждаться комиссией заказчика.

С целью реализации указанного предложения необходимо изменить п. 5.1.3 ГОСТ РВ 15.201-2003 таким образом, чтобы указание решаемых изделием задач и предполагаемые варианты его применения стали обязательными для включения в ТТЗ. В структуру ТТЗ необходимо добавить раздел «Обязательные функциональные требования», в котором указывать все не подлежащие последующему пересмотру функции создаваемого изделия. В раздел 5 ГОСТ РВ 15.203-2001 внести положения о том, что при приемке комиссией заказчика этапов эскизного, технического проекта и этапа разработки РКД исполнитель представляет обоснование уточнений и изме-



нений ТТЗ. При согласии комиссии заказчика происходит автоматическая корректировка ТТЗ и переход к рассмотрению остальных документов. В случае отказа комиссии в корректировке отдельных требований исполнитель устраняет замечания соответствующего этапа установленным порядком.

Наиболее эффективно предложенные изменения статуса и состава ТТЗ будут работать в совокупности с предложением по двухконтрактной системе. Так как предприятие-исполнитель не будет обременено предопределенной стоимостью следующих этапов, изменение ТТЗ не будет прямо затрагивать его интересы.

Отрицательной стороной введения указанных предложений совместно с двухконтрактной системной станет неизбежное увеличение на полгода сроков выполнения работ, связанное с существующими циклами планирования и заключения контрактов.

Предложения по изменению статуса ТТЗ позволят считать контракт выполненным, если предприятием-исполнителем будет показано и доказано, что разработанные решения позволят эффективно выполнить поставленные заказчиком цель и задачи. Такой подход привносит гибкость и должен привести к снижению рисков по срыву контракта исполнителем.

### **Заключение**

Предложения по совершенствованию процессов управления созданием АСУ ВН включают:

*разделение контракта ОКР на две части: эскизный/технический проект и разработку рабочей конструкторской документации, создание и испытание опытного образца;*

*изменение статуса тактико-технического задания (придание статуса неотъемлемой части контракта только 1-му и 2-му разделам ТТЗ и разделу «Функциональные требования»; закрепление в стандартах СРПП ВТ ответственности заказчика за формулирование именно этих разделов; внесение изменений в стандарты СРПП ВТ, обеспечивающие реализацию практики уточнения, корректировки и дополнения ТТЗ по результатам ЭП, ТП и разработки РКД);*

*использование эволюционного подхода к разработке, когда разработка полезного изделия завершается раньше разработки всех составных частей с «незрелыми» технологиями.*

В совокупности реализация вышеперечисленных предложений позволит снизить риски невыполнения работ, повысить качество проработки конструкторских решений и темп внедрения нововведений в области АСУ ВН.

В целях более обоснованного выбора мер и решений по совершенствованию существующего порядка создания АСУ ВН представляется целесообразным построить и изучить имитационную модель эволюционного развития изделий и влияние, которое оказывают управляющие воздействия заказчика этих изделий на процесс разработки.

### **Список использованных источников**

1. Barry Boehm, Richard Turner Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed. – «Addison-Wesley/Pearson Education». – 2003.
2. Головчинер М.Н. Проектирование информационных систем. – Томск, 2010.
3. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Эволюционно-технологический подход к созданию перспективного вооружения // Военный парад. – 2006. – № 5-6.
4. Lorell M.A., Lowell J.F. Obaid Younossi Evolutionary acquisition: implementation challenges for defense space programs. – «RAND Corporation». – 2006.
5. Артеменко В.Б., Безденежных С.И. Обзор системы оборонного заказа МО США // Вооружение и экономика. – 2014. – № 1 (26).