

С.Н. Ключников, кандидат технических наук, доцент

Г.А. Лавринов, доктор экономических наук, профессор

Методические аспекты организации создания автоматизированных систем управления полетами

Современные автоматизированные системы управления полетами (АСУП) включают изделия, производимые большим количеством разнопрофильных предприятий. Поэтому процесс организации создания такой сложной системы представляет собой нетривиальную организационно-техническую задачу. Существенным моментом, оказывающим значительное влияние на эффективность создаваемой АСУП, является положение системного проектного органа в сложившейся структуре ОПК. На основе модельных расчетов в статье проведена количественная оценка возможных вариантов такого положения, что позволяет проанализировать существующие подходы к решению выявленных проблем.

Для управления воздушным движением в районе аэродрома, привода, посадки и взлета воздушных судов (ВС) используются различные виды радиолокационного, радионавигационного, светотехнического, связного и вычислительного оборудования, взаимосвязанная совокупность которого и образует АСУП. Данная система предназначена для обеспечения круглосуточного, всепогодного, а также массированного применения авиации ВКС в мирное и военное время.

В силу большого территориального рассредоточения мест базирования авиации ВКС и специфики перемещения авиации в военное время эффективность ее функционирования может быть обеспечена только совокупностью АСУП различного вида: стационарных, мобильных и высокомобильных [1].

О сложности АСУП можно судить по количеству образующих ее взаимодействующих технических систем различного типа (рисунок 1). Отдельные технические средства (ТС), входящие в АСУП, сами являются сложными техническими системами, состоящими из некоторого количества самостоятельных изделий. Так, в радиолокационную систему посадки (РСП) входят диспетчерский радиолокатор, посадочный радиолокатор и автоматический радиопеленгатор, а также система их автономного электроснабжения и транспортная база. При этом отдельные виды ТС, входящие в АСУП, представлены несколькими типами изделий. К таким видам ТС относятся, например, инструментальная система посадки (ИСП), азимутально-дальномерный радиомаяк (АДРМ). Это обусловлено необходимостью работы разных типов изделий в различных частотных диапазонах, что зачастую требует существенно различающихся конструктивных решений. Кроме того, необходимо учитывать тот факт, что вновь создаваемая АСУП должна взаимодействовать с уже имеющимися ТС, принятыми на вооружение и находящимися в эксплуатации в войсках. Это требует проведения определенной доработки имеющейся серийной техники для обеспечения ее бесконфликтного функционирования в составе нового комплекса. Таким образом, количество самостоятельных объектов разработки в рамках создания современной стационарной АСУП может достигать 30 единиц. При этом должна быть обеспечена их конструктивная, информационная, частотная, энергетическая и транспортная внутрисистемная увязка. А учитывая, что помимо стационарных АСУП, для обеспечения полетов в различных оперативно-тактических условиях

требуются также мобильные и высокомобильные комплексы, а также комплексы для оборудования вертолетных площадок, то общее количество самостоятельных объектов разработки одновременно может достигать 100 и более единиц.

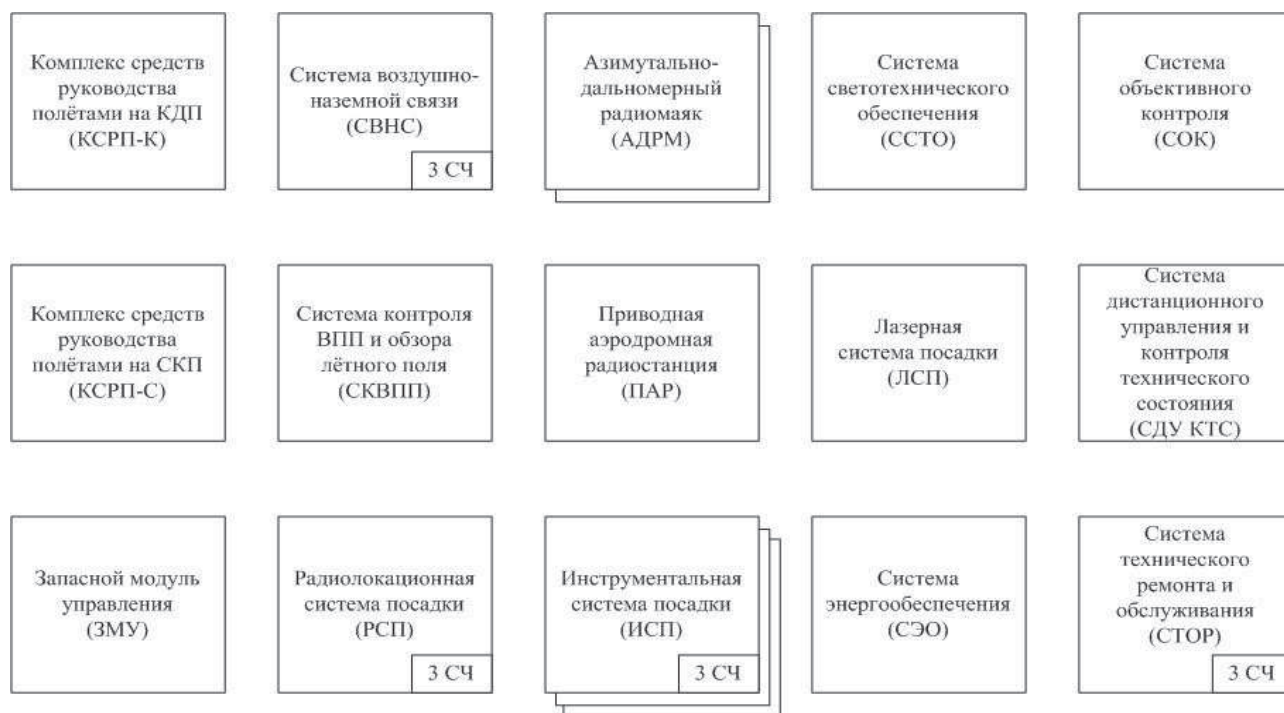


Рисунок 1 – Состав изделий, разрабатываемых для типовой АСУП

В целях обеспечения процесса проведения ОКР и серийного изготовления АСУП необходимо планирование работ, распределение выделяемого заказчиком финансирования, решение организационно-договорных вопросов, проведение мониторинга, анализа и подготовка корректирующих (документально оформленных) решений, а также их согласование с многочисленными субъектами процесса создания АСУП. Перечисленные работы не являются чисто организационными, а требуют от их участников глубоких, не просто технических, а системных технических знаний в данной области.

Субъектами процесса разработки и создания современных АСУП являются помимо главных конструкторов самостоятельных изделий также лица, представляющие плановые, финансово-экономические, юридическо-правовые и другие интересы их предприятий, а также лица военной приемки и военно-научного сопровождения от госзаказчика; руководители КБ, заводского производства, НПО, концерна. То есть вместе с одним главным конструктором самостоятельного объекта разработки работают еще 8-10 разнопрофильных специалистов, обслуживающих его внешние связи в рамках разработки АСУП. Все они также являются субъектами процесса создания АСУП. В результате этого общее количество только прямых субъектов процесса создания АСУП, с которыми необходимо обеспечить взаимодействие головного разработчика системы, может достигать 1000 человек и более.

Для обеспечения эффективного взаимодействия с таким количеством разнопрофильных субъектов необходима соответствующая организационная структура. В настоящее время в других отраслях оборонно-промышленного комплекса, в частности, в авиастроении имеются подобные структуры. Однако в силу ряда причин отдельные ТС управления полетами до недавнего времени не рассматривались как элементы комплексной технической системы (АСУП) и разрабатывались и создавались по своим индивидуальным планам. Это приводило к тому, что воен-

ные аэродромы оборудовались техническими средствами, каждое из которых в отдельности обладало неплохими характеристиками. Однако из-за несбалансированности характеристик одних ТС с характеристиками других ТС система в целом не являлась эффективной. Так, например, возможности ИСП типа ПРМГ-76УМ позволяют обеспечить посадку ВС по I и II категориям минимума. Но отсутствие на ряде аэродромов СТО соответствующих категорий не позволяет производить на них посадку по этим категориям. Поэтому объединение отдельных проектов ТС УП в единый централизованный проект по разработке и созданию АСУП стало насущной необходимостью и было реализовано в решении заказывающего органа Минобороны РФ о выборе единственного головного разработчика АСУП при проведении системной ОКР.

Другим существенным моментом в данном вопросе является определение места в сложившейся структуре взаимодействия ведущего органа, отвечающего за системное сопровождение такого крупного проекта как «Разработка и создание АСУП». Под термином проект в данном случае понимается его не техническое, а расширенное, системное толкование, подразумевающее комплекс взаимосвязанных мероприятий, предназначенных для достижения в течение заданного периода и при установленном бюджете поставленных задач с четко определенными целями [2].

В настоящее время при заказе таких крупных системных разработок как АСУП государственный заказчик в лице Минобороны обычно взаимодействует не с отдельным предприятием ОПК, а с крупными объединениями нескольких десятков предприятий. Такие объединения в виде концернов сами определяют порядок разработки и производства заказанной техники. Системное сопровождение «большого» проекта обычно поручается системному проектному органу (СПО). Такой орган может находиться в прямом подчинении концерну, а может входить в структуру одного из его предприятий.

Кроме того, возможен вариант, когда государственный заказчик взаимодействует непосредственно с СПО, являющимся самостоятельной частной или государственной организацией. В частности, в некоторых отраслях такие организации носят название «технический заказчик», хотя и выполняют функции системного сопровождения крупного проекта. Такое название они получили за свою исторически самую первую выполняемую функцию. Эта функция заключалась в переработке требований государственного заказчика, сформулированных в наиболее общих характеристиках будущего объекта, в конкретные ТЗ для отдельных исполнителей крупного системного проекта. Остальные функции технического заказчика логично вытекают из его первообразующей задачи. К ним, в частности, относятся задачи по поиску, оценке и выбору исполнителей, согласованию с ними ТЗ, сроков и стоимости их выполнения; заключение с исполнителями пакета договорных документов; анализу и контролю ситуации на предмет своевременности и качества выполнения всего проекта на основе мониторинга выполнения всеми исполнителями графика работ; выработке корректирующих мер и компенсационных мероприятий, направленных на стабилизацию ситуации в рамках имеющихся средств или путем корректировки условий выполнения проекта; организации проведения комплексных испытаний системного объекта разработки и подготовки его к государственным испытаниям, организуемых и проводимых заказчиком; организации доработок всего проекта и его составных частей после испытаний; выбору серийных предприятий-изготовителей разработанного оборудования на основе полученной и утвержденной конструкторской документации (КД); согласованному внесению изменений в разработанную КД; дальнейшему сопровождению разработанной системы до конца ее жизненного цикла, включая гарантийное и послегарантийное обслуживание, вплоть до ее утилизации. Перечисленные функции характерны для любого СПО, реализующего крупный системный проект.

Рассмотренные варианты расположения СПО в сложившейся структуре взаимоотношений государственного заказчика и многочисленных исполнителей системного заказа показаны на рисунке 2.

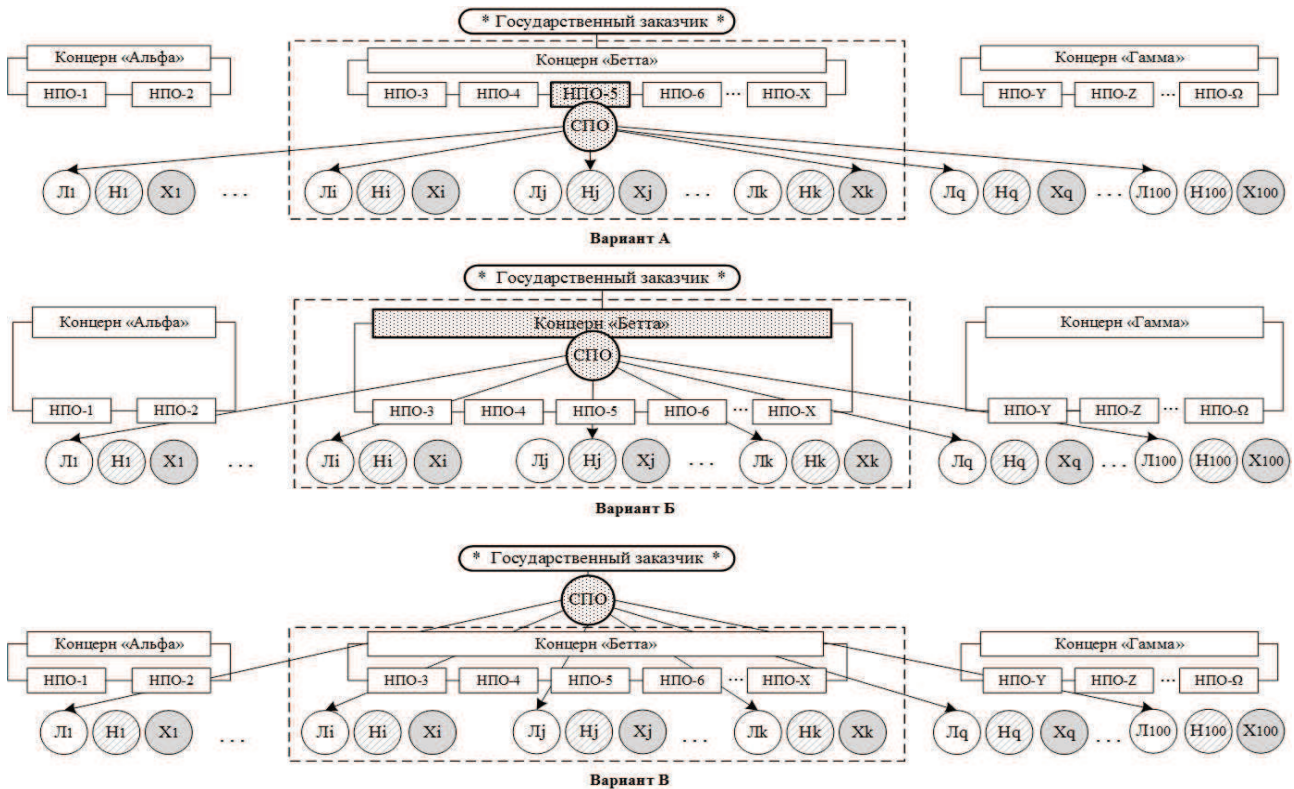


Рисунок 2 – Варианты расположения СПО

В зависимости от выбранного варианта характер взаимоотношений СПО с соисполнителями и соучастниками проекта «Разработка и создание АСУП» может значительно меняться. Это обусловлено тем, что различные предприятия, претендующие на роль соисполнителя одной из самостоятельных составных частей (СЧ) АСУП, входят в состав различных концернов и даже в одном концерне входят в состав различных НПО, его составляющих. В зависимости от того, в чьем ближайшем подчинении находится СПО, интересы того субъекта или его подчиненных структур и будут отстаиваться при выборе среди конкурирующих претендентов на получение заказов.

Рассмотрим на модельном примере, к чему это может привести. Как показывает практика проектирования АСУП, в конкурсном рассмотрении предложений по каждому объекту разработки участвуют от 2 до 4 претендентов. Для простоты расчетов возьмем среднее их значение, равное 3. Учитывая, что количество самостоятельных объектов разработки в рамках АСУП одновременно может достигать 100 единиц, общее количество рассматриваемых СПО проектов СЧ (ПСЧ) будет достигать 300.

Для определения эффективности того или иного варианта расположения СПО произведем следующие расчеты. Будем исходить из того, что в конкурсе участвуют ПСЧ 3-х концернов, имеющих примерно равное количество предприятий. Но предприятия одинакового профиля, принадлежащие разным концернам, отличаются по показателю полезности предлагаемого ими варианта ПСЧ $\Pi_{псч}$. Под $\Pi_{псч}$ понимается своевременность реализации ПСЧ с заданным качеством в рамках выделенного финансирования. Один из вариантов оценивается как лучший и обозначается на рисунке 2 как $Л_i$, где i – номер самостоятельного объекта разработки. Худший

вариант обозначается как X_i . А претендента, занявшего промежуточное значение, назовем «нелучший» и обозначим как H_i . При таких обозначениях все конкурентные предложения по ПСЧ АСУП, показанные на рисунке 2, будут иметь соответствующие обозначения и раскраску. Будем исходить из условия, что лучшие, худшие и нелучшие изготовители по всей совокупности конкурирующих предприятий всех трех концернов распределены равномерно. То есть, другими словами, в каждом концерне имеется $1/3$ изготовителей с лучшими показателями $P_{псч}^л$, $1/3$ изготовителей с худшими показателями $P_{псч}^х$ и $1/3$ изготовителей с нелучшими показателями $P_{псч}^н$.

Эффективность различных вариантов расположения СПО будем оценивать по совокупной полезности сформированной кооперации соисполнителей СЧ АСУП:

$$СПК_i = \sum_{j=1}^{N_{псч}} P_{псч_j}, \quad (1)$$

где $СПК_i$ – совокупная полезность i -й кооперации соисполнителей СЧ;

$N_{псч}$ – количество отобранных ПСЧ АСУП;

$P_{псч_j}$ – показатель полезности j -го ПСЧ АСУП.

Вопрос формирования показателя полезности является темой отдельной публикации и в данной статье не рассматривается.

Проведем оценку потенциально возможных вариантов формирования кооперации соисполнителей СЧ АСУП в зависимости от расположения СПО.

Рассмотрим вариант Б, когда главенствуют интересы одного концерна, в составе которого находится СПО. В этом случае из полного списка конкурирующих проектов убираются $2/3$ лучших вариантов исполнения. Они заменяются $1/3$ нелучших и $1/3$ худших вариантов исполнения.

Если принять, что лучшие варианты имеют полезность $P_{псч}^л = 1$, а худшие $P_{псч}^х = 0,5$, то реализацию нехудшего варианта примем за $P_{псч}^н = 0,75$. В случае, когда в выбранном концерне присутствуют все виды предприятий, необходимых для разработки и создания СЧ АСУП, совокупная полезность кооперации для выбранных исходных данных будет рассчитываться по следующей формуле:

$$СПК_Б = N_{псч}^л \cdot P_{псч}^л + N_{псч}^н \cdot P_{псч}^н + N_{псч}^х \cdot P_{псч}^х, \quad (2)$$

где $СПК_Б$ – совокупная полезность кооперации для варианта Б;

$N_{псч}^л$, $N_{псч}^н$, $N_{псч}^х$ – количество лучших (нехудших, худших) ПСЧ;

$P_{псч}^л$, $P_{псч}^н$, $P_{псч}^х$ – показатель полезности лучшего (нехудшего, худшего) ПСЧ.

Подставляя выбранные исходные данные в формулу (2), получим

$$СПК_Б = 33,3 \cdot 1 + 33,3 \cdot 0,75 + 33,3 \cdot 0,5 = 75,0. \quad (3)$$

В случае, когда СПО находится в структуре одного предприятия выбранного концерна, данное предприятие становится головным исполнителем проекта и заинтересовано в исполнении как можно большего количества ПСЧ. При этом заинтересованность в исполнении проекта всей системы в условиях неопределенности дальнейшей его судьбы уступает место интересу получения максимальной прибыли уже на начальных – гарантированно оплачиваемых государственным заказчиком – этапах жизненного цикла системы.

Рассчитаем совокупную полезность кооперации для данного случая, показанного на рисунке 2 в варианте А. Здесь, в дополнение к ранее приведенным рассуждениям, необходимо добавить следующее. Для разработки и создания всех компонентов АСУП требуется большое количество разнопрофильных производств. Однако в настоящее время не существуют предприятия-универсалы, способные разрабатывать и производить полный спектр требуемых изделий. Как

показывает опыт разработки АСУП, обычно этот спектр ограничен 50% СЧ. Тогда полезность всего системного проекта для предельного случая будет рассчитываться по формуле, аналогичной (2). При этом будем руководствоваться принципом, при котором в случае «перетягивания» головным предприятием ряда ПСЧ от других предприятий они будут иметь более низкий показатель полезности, чем у объективно лучших предприятий $P_{псч}^л \rightarrow P_{псч}^н \rightarrow P_{псч}^х$.

Подставляя выбранные исходные данные в формулу (2), рассчитаем

$$СПК_A = 16,6 \cdot 1 + 5,55 \cdot 1 + 5,55 \cdot 0,75 + 5,55 \cdot 0,5 + 16,6 \cdot 0,75 + 16,6 \cdot 0,5 + 33,3 \cdot 0,5 = 66,6. \quad (4)$$

Совокупная полезность кооперации соисполнителей системного проекта достигает своего максимального значения в варианте В, когда СПО не входит ни в один концерн, что позволяет ему выбирать только лучшие предложения из всей их совокупности и осуществлять прямое взаимодействие с государственным заказчиком. В этом случае $СПК_B = 100$. Заказчик при этом получает гарантированно лучший результат, превышающий иные варианты на 25-35%. В реальности это превышение может быть еще более значительным, так как экономическая конкуренция, а также наличие неурегулированных спорных моментов в отношениях между хозяйствующими субъектами (концернами, предприятиями) могут оказывать влияние на объективность принятия решений при выборе соисполнителей СЧ АСУП.

Таким образом, проведенный анализ показывает перспективные возможности в организации более эффективного процесса взаимодействия государственного заказчика и соисполнителей системных проектов по разработке и производству АСУП в сложившейся структуре ОПК. Осуществление заказа системного проекта напрямую через СПО не только обеспечивает наилучший результат, но и не требует существенной перестройки традиционной работы заказывающих органов Минобороны. При этом меняется только контактная организация и уменьшается количество промежуточных органов согласования, отстаивающих свои частные интересы в ущерб интересам государственного заказчика.

Список использованных источников

1. Ключников С.Н. Формирование рациональной системы программ развития отраслевой системы управления полетами // Проблемы организации воздушного движения. Безопасность полетов. Сборник научных трудов. – Вып. № 4. – М.: ГосНИИ «Аэронавигация», 2002. – С. 72-76.
2. Ключников С.Н. Управление развитием функциональных систем военного назначения в новых экономических условиях (методологические аспекты концептуальной фазы). – М.: ЦНИИ МО РФ, 2007. – 134 с.