

В.Л. Лясковский, доктор технических наук, профессор
И.Б. Бреслер, кандидат военных наук, доцент

К вопросу формализации общей задачи выбора направлений развития иерархических информационно-управляющих систем военного назначения за счет повышения степени автоматизации функциональных процессов в условиях ресурсных ограничений

В статье приведены основные положения научно-методического аппарата выбора направлений развития иерархических информационно-управляющих систем военного назначения (ИИУС) за счет повышения степени автоматизации функциональных процессов в условиях ресурсных ограничений. Дана содержательная и формализованная постановка задачи выбора направлений развития (повышения эффективности функционирования) ИИУС; произведен выбор показателей эффективности реализации функциональных процессов в ИИУС; приведен перечень основных системотехнических решений по развитию ИИУС, а также общий научно-методический подход к решению поставленной задачи выбора.

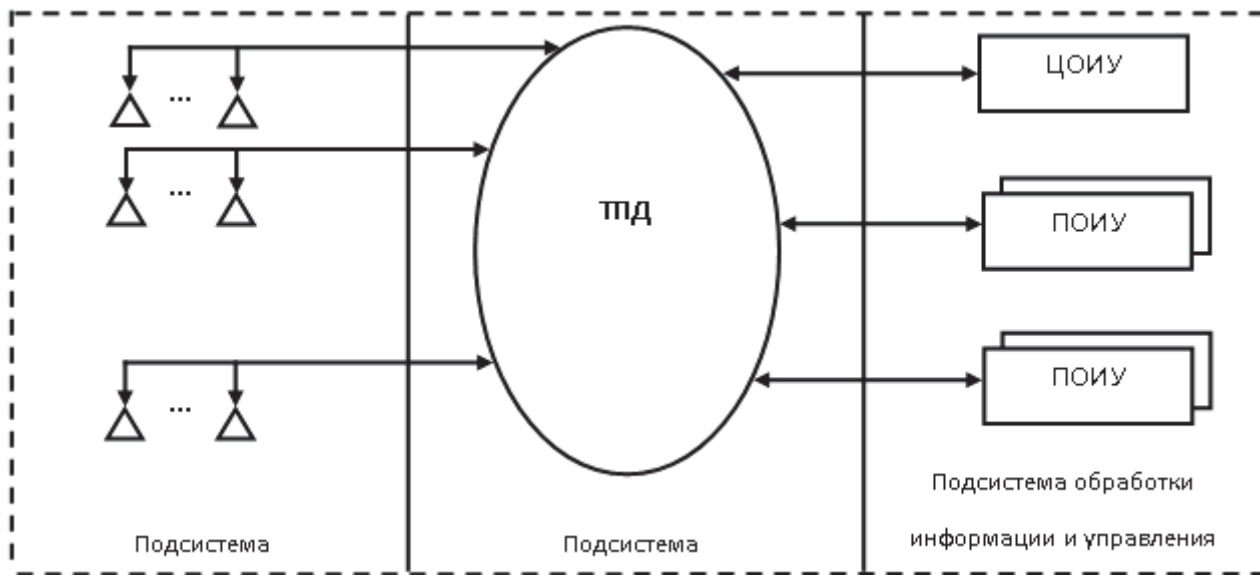
Введение

Практика автоматизации иерархических информационно-управляющих систем военного назначения (ИИУС) показывает, что в настоящее время преобладает узковидовой и недостаточно сбалансированный подход к их созданию и развитию. Комплексы средств автоматизации (КСА) для различных уровней ИИУС, элементы системы связи и передачи данных, как правило, разрабатываются различными организациями промышленности, а при их создании используются различные технологические и инструментальные средства разработки, различные типы технических средств и операционных систем. Кроме того, существующие подходы к созданию таких систем, комплексов, средств автоматизации и связи предполагают проведение исследований, разработки и серийных поставок как слабо взаимосвязанных процессов, которые не используют концепцию «полного жизненного цикла систем» к созданию и применению всех типов применяемых в ИИУС технических, программных и информационных средств.

Это приводит к нерациональному использованию ограниченных финансовых средств, значительным трудностям при решении задач согласования параметров функционирования и информационного сопряжения создаваемых средств автоматизации и связи в единую систему, длительным срокам разработки подсистем, комплексов и средств автоматизации и связи из состава ИИУС.

Применение системного подхода к процессу развития ИИУС требует обоснования совокупности системотехнических, схемотехнических и организационных решений по комплексам средств автоматизации и связи, включающих проектные решения по системе в целом, видам обеспечения, последовательности автоматизации функциональных задач и процессов, составу и порядку взаимодействия субъектов разработки, а также очередности оснащения подсистем, объектов и органов управления ИИУС, комплексами средствами автоматизации и связи. При этом в настоящее время, когда органы управления (объекты автоматизации) насыщены большим количеством средств вычислительной техники, основным направлением развития

ИИУС является повышение степени автоматизации деятельности органов управления (ОУ) за счет увеличения доли автоматизировано решаемых функциональных задач и процессов, а также за счет повышения качества реализации функциональных задач и процессов (в том числе, за счет обеспечения требуемых параметров своевременности, надежности (достоверности) и точности их реализации).



ЦОИУ – центр обработки информации и управления;
 ПОИУ – пункт обработки информации и управления;
 ТПД – тракты передачи данных.

Рисунок 1 – Обобщенная схема ИИУС

Ряд теоретических исследований, связанных с вопросами выбора системотехнических, схемотехнических и организационных решений по созданию, развитию автоматизированных систем управления, информационных систем организационного типа и оснащению ими органов (пунктов) управления известны и описаны в литературе. Так, в [1-19] описаны некоторые подходы к оценке эффективности функционирования иерархических автоматизированных систем промышленного, специального и военного назначения, а также ряд частных постановок задач и соответствующих методов (научно-методических подходов) по выбору основных системотехнических, схемотехнических и организационных решений для различных этапов жизненного цикла указанного класса систем. Однако, указанные и другие известные авторам методы (научно-методические подходы) рассматривают частные аспекты некоторых отдельных этапов анализа и синтеза элементов и подсистем ИИУС и не могут быть применены для решения общей задачи выбора направлений развития ИИУС с учетом оценок параметров полноты, своевременности и достоверности реализации функциональных процессов (ФП) системы в условиях заранее выделенных финансовых ресурсов на плановых периодах развития ИИУС.

Ниже приводится наиболее общая формулировка задачи выбора направлений развития (повышения эффективности функционирования) ИИУС за счет повышения степени автоматизации ФП в условиях ресурсных ограничений на отдельных плановых этапах, произведена ее формализация, а также предложен общий научно-методический подход к ее решению.

Содержательная постановка задачи

Обобщенная структурная схема ИИУС как объекта исследования приведена на рисунке 1 и включает в свой состав подсистему обработки информации и управления, подсистему передачи

информации и подсистему внешних объектов [4, 12, 16]. При этом, подсистема обработки информации и управления ИИУС состоит из пунктов управления (ПУ) и органов управления, которые, как правило, включают в свой состав центр обработки информации и управления, а также пункты обработки информации и управления различных иерархических уровней. Подсистема передачи информации состоит из трактов передачи данных (ТПД), а подсистема внешних объектов включает как источники, так и потребители информации.

Один из подходов к постановке задачи создания (развития) многоуровневых информационно-управляющих систем в условиях ресурсных ограничений приведен в [16]. Сущность рассматриваемой в данной работе задачи выбора направлений развития (повышения эффективности функционирования) ИИУС за счет повышения степени автоматизации ФП в условиях ресурсных ограничений на отдельных плановых этапах состоит в следующем:

Дано:

1. Исходные положения, требования и допущения ($I_1 - I_{21}$).

1.1. ИИУС представляет собой иерархическую систему, реализующую ряд взаимовязанных ФП по обработке информации и управлению, а также ряд служебных ФП (например, реализация подсистемы защиты информации, документирования, единого времени и т. д.). При этом ряд ФП должен выполняться в режиме «реального времени» (обозначим данное множество ФП Ω_{pv});

1.2. ФП имеют различную степень важности (значимости), которая определяется степенью влияния реализуемого ФП на общую эффективность применения ИИУС по целевому назначению (при этом задано подмножество таких ФП, которые должны быть обязательно реализованы в ИИУС, определим такие ФП, как ФП высшего приоритета и обозначим данное множество ФП Ω_{mp});

1.3. Для ряда ФП заданы требования по их комплексной межуровневой автоматизации;

1.4. Каждый уровень ИИУС представляет собой совокупность одноранговых ПУ и ОУ;

1.5. ПУ (ОУ) предназначены для выполнения заранее заданного перечня функциональных задач (ФЗ), реализующих составные части ФП;

1.6. ПУ (ОУ) имеют разную степень значимости в ИИУС, которая заранее задана (степень значимости ПУ (ОУ), как правило, определяется уровнем иерархии ПУ (ОУ) в ИИУС, а также параметрами реализуемых в ПУ (ОУ) ФП и ФЗ);

1.7. ПУ (ОУ), ФП и ФЗ имеют разную степень автоматизации (в простейшем случае степень автоматизации определяется отношением числа реализованных автоматизированных ФЗ и ФП, присутствующих соответствующему ПУ (ОУ), к требуемому);

1.8. Степень автоматизации ПУ (ОУ), ФП, ФЗ определяется характеристиками КСА, находящихся на ПУ (ОУ) (например, в случае отсутствия КСА на ПУ (ОУ) степень автоматизации ПУ (ОУ), а также всех выполняемых на нем ФЗ, равна нулю);

1.9. КСА предназначены для автоматизации ПУ (ОУ), и в зависимости от стадии их жизненного цикла разделяются на действующие (находящиеся на этапе эксплуатации/серийных поставок), разрабатываемые (находящиеся на этапе опытно-конструкторской работы), а также перспективные (находящиеся на этапе научно-исследовательской работы или аванпроекта);

1.10. Стоимость и цикл изготовления серийных образцов для действующих КСА заданы;

1.11. Допустимый ресурс использования (хранения) для действующих КСА (в том числе для КСА, находящихся на эксплуатации в ПУ (ОУ), а также для КСА, изготовленных и находящихся на складах или на заводах-изготовителях КСА) задан;

1.12. Сроки изготовления опытного образца для разрабатываемых КСА заданы;

1.13. Прогнозные стоимость и цикл изготовления серийных образцов для разрабатываемых КСА заданы;

1.14. Сроки завершения научно-исследовательской работы или аванпроекта для перспективных КСА заданы;

1.15. Прогнозные стоимость и цикл изготовления опытных образцов для перспективных КСА заданы;

1.16. Прогнозные стоимость и цикл изготовления серийных образцов для перспективных КСА заданы;

1.17. Назначенный ресурс использования для разрабатываемых и перспективных КСА задан;

1.18. На исходный момент времени ПУ (ОУ) может быть оснащен только действующим КСА из заранее заданных типов;

1.19. Степень автоматизации ПУ (ОУ), ФП, ФЗ может быть повышена за счет оснащения (дооснащения) ПУ (ОУ) существующими КСА (на рассматриваемый момент времени), а также разрабатываемыми или перспективными КСА (на момент времени, соответствующий готовности к принятию в эксплуатацию соответствующих типов КСА);

1.20. Требуемая степень автоматизации ФП, а, следовательно, ФЗ и ПУ (ОУ) заранее задана;

1.21. Известны финансовые средства на поддержание КСА всех типов в требуемом уровне готовности (либо фактические (для действующих КСА), либо прогнозные).

2. Принятые ограничения

2.1. Для ряда автоматизируемых ФП (для всех ФП из множества Ω_{pv}) заданы предельно-допустимые вероятностно-временные характеристики их реализации в РИС ОТ (в виде заданных вероятностей $P_i^{don}(t_i \leq t_i^d)$; где i – номер ФП, t_i – время реализации в РИС ОТ i -го функционального процесса, t_i^d – предельно-допустимое (директивное) время реализации в РИС ОТ i -го функционального процесса);

2.2. Для ряда автоматизируемых ФП (для всех ФП не из множества Ω_{pv}) заданы допустимые средние значения времени их реализации в РИС ОТ – t_i^{cp} ;

2.3. Заданы число плановых периодов создания (развития) РИС ОТ (U), а также длительность плановых периодов развития РИС ОТ $T_{don}(u)$ (где u – номер планового периода создания (развития) РИС ОТ);

2.4. Заданы финансовые ограничения на создание (развитие) РИС ОТ за счет повышения степени автоматизации ФП, которые определяются допустимыми объемами финансирования, выделяемыми на плановых периодах развития РИС ОТ ($C_{don}(u)$).

Необходимо определить: вариант развития ИИУС $X^*(u)$, обеспечивающий для каждого планового периода u с учетом заданных требований, финансовых, ресурсных и производственных ограничений:

- 1) обязательную реализацию ФП высшего приоритета;
- 2) максимально возможную степень автоматизации остальных ФП, либо требуемую степень автоматизации ФП (для идеального случая).

Задача решается с учетом *следующих условий и ограничений*:

- ФП в ИИУС считается реализованным в том случае, когда реализованы все ФЗ составляющие данный ФП, а также выполнены заданные предельно-допустимые вероятностно-временные характеристики по его реализации (если такие требования для рассматриваемого ФП заданы);
- КСА для автоматизации ПУ (ОУ) представляются как неделимые элементы, в связи с чем выбор отдельных схмотехнических решений из состава КСА не рассматривается;

- в рамках допустимого ресурса использования КСА надежные характеристики реализации ФЗ и ФП остаются неизменными;
- помещения (сооружения) и объекты в которых размещены (планируется разместить) средства автоматизации из состава ИИУС удовлетворяют требованиям по массогабаритным, климатическим и энергетическим показателям для всех рассматриваемых типов КСА (в случае, если для ряда помещений (сооружений) и объектов требования по массогабаритным, климатическим и энергетическим показателям не выполняются, то к таким объектам, ПУ (ОУ) предъявляются соответствующие требования);
- каналы и сети передачи данных удовлетворяют информационным потребностям для реализации всех ФП и ФЗ (в случае, если для ряда направлений обмена указанные информационные потребности не выполняются, то к объектам телекоммуникационной инфраструктуры предъявляются соответствующие требования);
- должностные лица ПУ (ОУ) имеют требуемый уровень квалификации (то есть при выполнении автоматизируемых ФЗ и ФП среднее время выполнения соответствующих функций управления не превышает заданного);
- объекты управления, которыми должна управлять ИИУС, оснащены оборудованием, обеспечивающим их интеграцию в контур управления ИИУС.

Выбор показателей эффективности реализации ФП в ИИУС. Формализованная постановка задачи

Сущность выбора варианта развития ИИУС за счет повышения степени автоматизации ФП состоит в том, что для каждого планового периода должны быть выбраны системотехнические и организационные решения по автоматизации ПУ (ОУ) за счет оснащения (дооснащения) ПУ (ОУ) существующими КСА (оснащение возможно в текущий момент времени), разрабатываемыми (оснащение возможно в будущем) или перспективными КСА (оснащение возможно в будущем) с учетом допустимого (назначенного) ресурса использования КСА в составе ИИУС. При этом в процессе выбора варианта развития КСА должны быть также учтены требования по комплексной межуровневой автоматизации отдельных ФП (решения отдельных ФЗ).

В качестве общего показателя для решения рассматриваемой задачи целесообразно выбрать комплексный показатель, отражающий степень автоматизации необходимых ФП, с учетом необходимости выполнения ряда ФП в масштабе реального времени. Для этого ниже будем использовать два частных показателя:

1. Показатель оценки реализации ФП высшего приоритета.
2. Показатель оценки степени автоматизации остальных ФП.

Показатель оценки реализации ФП высшего приоритета (показатель 1) может быть записан как векторная дискретная булева функция, элементы которой принимают значение «1» – при реализации ФП, «0» – в противном случае.

Показатель оценки степени автоматизации ФП (показатель 2) может быть записан как взвешенное по важности отношение реализованных ФП к сумме важностей ФП, требуемых реализации.

При этом для показателей 1 и 2 под реализованным ФП будем понимать ФП, для которого реализованы все составляющие его ФЗ и выполняются требования по предельно-допустимым вероятностно-временным или требуемым временным характеристикам выполнения ФП.

С учетом введенных обозначений формализованная постановка общей задачи выбора варианта развития ИИУС за счет повышения степени автоматизации функциональных процессов в условиях ресурсных ограничений может быть записана в следующем виде.

Для заданных исходных положений ($I_1 - I_{21}$) на каждом плановом периоде необходимо определить вариант развития ИИУС на основе выбора системотехнических решений $X^*(u)$, обеспечивающий максимизацию эффективности реализации ФП Э($X(u)$), при обязательной реализации ФП высшего приоритета Ω_{mp} , заданных предельно-допустимых вероятностно-временных $P_i^{don}(t_i \leq t_i^d)$ или временных t_i^{cp} характеристиках реализации ФП, при выполнении ограничений на временные $T_{don}(u)$ и стоимостные $C_{don}(u)$ параметры процесса развития ИИУС:

$$X^*(u) = \underset{X(u)}{\text{Arg max}} \text{Э}(X(u)), \quad u = \overline{1, U},$$

при ограничениях:

1. Для каждого планового этапа u : $\Omega_{mp}(X(u)) = \Omega_{mp}$;
2. Для всех реализованных на u -м плановом этапе ФП из множества Ω_{pv} : $P_i(X(u)) \geq P_i^{don}(t_i \leq t_i^d)$.
3. Для всех реализованных на u -м плановом этапе ФП не из множества Ω_{pv} : $t_i^{cp}(X(u)) \leq t_i^{cp}$.
4. $C(X(u)) \leq C_{don}(u)$.
5. $T(X(u)) \leq T_{don}(u)$.

Здесь $C(X(u))$ – стоимость варианта развития ИИУС на u -м плановом этапе;

$T(X(u))$ – продолжительность работ по развитию ИИУС на u -м плановом этапе.

Сущность обоснования перечня системотехнических решений по развитию ИИУС

Искомый вариант развития ИИУС должен быть основан на процедурах оценки и выбора для каждого планового этапа и следующих системотехнических решений $X^*(u)$ [10, 14]:

- по снятию с эксплуатации КСА, выработавших свой ресурс (или морально устаревших КСА), и замене их на новые $X_1^*(u)$;
- по изготовлению новых КСА для их поставки на объекты в интересах автоматизации соответствующих ОУ $X_2^*(u)$;
- по доработкам (модернизации) существующих КСА в интересах реализации в них автоматизируемых ФЗ и ФП $X_3^*(u)$;
- по разработке перспективных КСА с обоснованием перечней и параметров реализуемых ФЗ и ФП, а также обеспечением требуемых сроков их создания, изготовления и поставки на объекты автоматизации $X_4^*(u)$;
- по порядку и последовательности оснащения ОУ из состава ИИУС соответствующими КСА на плановых этапах создания (развития) автоматизированной системы $X_5^*(u)$.

При этом в ходе доработки (модернизации) существующих и при разработке перспективных КСА ($X_3^*(u)$; $X_4^*(u)$) должны быть выбраны системотехнические решения:

- по составу реализуемых функциональных подсистем;
- по составу и характеристикам реализуемых ФП (ФЗ) для всех типов ОУ из состава ИИУС (в том числе перечень реализуемых ФП (ФЗ), их увязка с функциональными подсистемами ИИУС, постановки задач, алгоритмы реализации ФП, ФЗ);
- по составу, номенклатуре и структуре построения комплексов технических средств для всех типов ОУ (в том числе, вычислительного комплекса, комплексов технических средств отображения информации, передачи данных, документирования, энергоснабжения, комплекса аппаратуры оперативно-командной связи);
- по составу общего, общесистемного программного обеспечения, системы управления базой данных, элементов технологии и средствам разработки, отладки, тестирования и отладки спе-

- циального программного обеспечения для реализации всех типов КСА;
- по составу типовых проектных решений в части элементов и подсистем комплексов технических средств, общего, специального и информационного обеспечения (как заемных, так и вновь разрабатываемых в процессе развития ИИУС);
- по составу программно-технических решений и организационных мероприятий в части обеспечения требований по защите информации в КСА;
- по составу конструкторской (в том числе, эксплуатационной), технологической и нормативной документации на ИИУС (КСА отдельных типов);
- по порядку взаимодействия должностных лиц ОУ с КСА при выполнении автоматизируемых ФП (ФЗ);
- по организации вычислительного процесса в КСА всех типов, в том числе по организации отказоустойчивого функционирования КСА (в условиях отказов и сбоев аппаратуры, а также при проявлении ошибок в программном и информационном обеспечении КСА);
- по составу кооперации соисполнителей, выполняющих работы по проектированию (модернизации) и изготовлению составных частей КСА;
- по порядку и последовательности разработки КСА (подсистем и элементов КСА) на плановых этапах развития ИИУС.

Общий научно-методический подход к решению поставленной задачи

Приведенная постановка задачи развития ИИУС за счет повышения степени автоматизации функциональных процессов в условиях ресурсных ограничений является задачей динамической дискретной оптимизации с искомыми булевыми переменными. Особенностью поставленной задачи является то, что она должна итеративно решаться для каждого планового периода развития в условиях заданных исходных положений, требований, допущения и ограничений.

При этом сущность выбора искомого решения состоит в отыскании на каждом плановом периоде развития ИИУС таких параметров $X_1^*(u) - X_5^*(u)$, которые обеспечат безусловную реализацию ФП высшего приоритета, а также максимальную степень автоматизации остальных ФП с учетом заданной важности (значимости) их реализации в ИИУС при выполнении заданных ограничений.

Сущность решения задачи выбора системотехнических решений по созданию (развитию) РИС ОТ состоит в последовательном выполнении следующих этапов:

1. Определение возможности замены существующих (находящихся на этапе эксплуатации в ОУ) КСА на серийно производимые. Оценка сроков и стоимости замены существующих КСА на серийно производимые (с учетом необходимых работ по изготовлению серийных образцов КСА, доставке их на объекты, монтажу, пуско-наладке, утилизации снимаемых с эксплуатации КСА).

2. Определение возможности замены существующих КСА на КСА, заданные в разработку. Оценка сроков и стоимости замены существующих КСА на КСА, находящиеся на этапах разработки (с учетом необходимых работ по выполнению аванпроектов, опытно-конструкторских работ, технологической оснастке производства для изготовления серийных образцов, а также работ по изготовлению серийных образцов КСА, доставке их на объекты, монтажу, пуско-наладке, утилизации снимаемых с эксплуатации КСА).

3. Определение перечня существующих типовых проектных решений (из состава элементов и подсистем серийно производимых КСА), а также вновь разрабатываемых типовых проектных решений (из состава КСА, заданных в разработку), которые могут быть использованы как типовые при создании отдельных подсистем и элементов перспективных КСА.

4. Определение технических характеристик и требований для планируемых к разработке перспективных КСА. Оценка прогнозных сроков и стоимости создания перспективных КСА с учетом возможности применения существующих и разрабатываемых типовых проектных решений по отдельным подсистемам и элементам перспективных КСА.

5. Оценка и обоснование параметров структуры построения и организации функционирования перспективных КСА в интересах обеспечения требуемых предельно-допустимых вероятностно-временных и временных характеристик реализации ФП при различных прогнозных условиях обстановки.

6. Оценки возможности реализации ФП высшего приоритета для каждого планового периода в условиях заданных ресурсных ограничений (с учетом необходимости выполнения заданных предельно-допустимых вероятностно-временных характеристиках для соответствующих ФП высшего приоритета, в которых должен быть реализован режим «реального времени»).

7. Формирование опорного варианта решения для которого выбирается такой вариант развития ИИУС для всех рассматриваемых плановых этапов, которая обеспечивает реализацию всех ФП высшего приоритета с заданными требованиями при минимизации общей стоимости опорного варианта.

8. Итерационная процедура поиска варианта решения искомой задачи выбора на основе целенаправленной модификации полученной на предыдущем шаге совокупности системотехнических решений по развитию РИС ОТ, обеспечивающая на каждом шаге решения повышение комплексного показателя эффективности реализации ФП в ИИУС $\mathcal{E}(X(u))$ на основе последовательного выбора неавтоматизированных ФП (ФЗ) с учетом их важности, при выполнимости заданных при постановке задачи требований и ограничений.

Предложенная методика выбора системотехнических решений по развитию ИИУС основана на применении метода максимального элемента, который для практики проектирования сложных организационно-технических систем позволяет получать приемлемое решение.

Выводы

В статье приведены основные положения научно-методического аппарата выбора направлений развития иерархических информационно-управляющих систем военного назначения за счет повышения степени автоматизации функциональных процессов в условиях ресурсных ограничений. При этом:

- приведена обобщенная структурная схема ИИУС;
- дана содержательная постановка задачи выбора направлений развития (повышения эффективности функционирования) ИИУС за счет повышения степени автоматизации ФП в условиях ресурсных ограничений на отдельных плановых этапах;
- произведен выбор показателей эффективности реализации ФП в ИИУС и произведена формализованная постановка поставленной задачи выбора;
- показано, что искомый вариант развития ИИУС должен быть основан на процедурах оценки и выбора для каждого планового этапа системотехнических решений по снятию с эксплуатации КСА, выработавших свой ресурс, и замене их на новые; по изготовлению новых КСА для их поставки на объекты в интересах автоматизации соответствующих ПУ (ОУ); по доработкам (модернизации) существующих КСА в интересах реализации в них автоматизируемых ФЗ и ФП; по разработке перспективных КСА с обоснованием перечней и параметров реализуемых ФЗ и ФП, а также обеспечением требуемых сроков их создания, изготовления и поставки на объекты автоматизации; по порядку и последовательности оснащения ПУ (ОУ) из состава ИИУС соответствующими КСА на плановых этапах развития ИИУС;

- приведен перечень основных системотехнических решений по развитию ИИУС;
- приведен общий научно-методический подход к решению задачи выбора направлений развития ИИУС за счет повышения степени автоматизации функциональных процессов в условиях ресурсных ограничений.

Список использованных источников

1. Справочник проектировщика систем автоматизации управления производством. – М.: Машиностроение, 1976.
2. Модин А.А., Яковенко Е.Г., Погребной Е.П. Справочник разработчика АСУ. – М.: Экономика, 1978.
3. Воронов А.А. и др. Теоретические основы построения автоматизированных систем управления. Разработка технического проекта. – М.: Наука, 1978.
4. Основы создания больших АСУ / Под ред. В.А. Баранюка. – М.: Сов. радио, 1979.
5. Володин С.В., Макаров А.Н., Умрихин Ю.Д., Фараджиев В.А. Общесистемное проектирование АСУ реального времени / Под ред. В.А. Шабалина. – М.: Радио и связь, 1984.
6. Бушуев С.Н., Осадчий А.С., Фролов В.М. Теоретические основы создания информационно-технических систем. – СПб.: ВАС, 1998.
7. Лясковский В.Л., Алашеев М.А., Вакуленко А.А. Методика выбора состава задач и комплексов средств автоматизации для многоуровневой системы управления РЭС // Радиотехника. – 2004. – № 10.
8. Шпак В.Ф., Директоров Н.Ф., Мирошников В.И. Информационные технологии в системе управления ВМФ. – СПб.: Элмор, 2005.
9. Пильщиков Д.Е. Методы и методики создания перспективных КСА для пунктов (органов) управления ВВС на основе применения типовых проектных решений и процедур. – Тверь: ВА ВКО, 2005.
10. Лясковский В.Л., Алашеев М.А., Морозов О.Г., Потапов В.Н. Вопросы создания интегрированных автоматизированных систем организационного управления // Инфокоммуникационные технологии. – 2007. – № 2.
11. Бородакий Ю.В., Боговик А.В., Курносков В.И. Основы теории управления в системах специального назначения / Под общ. ред. Ю.В. Бородакия, В.В. Масановца. – М.: Управление делами Президента Российской Федерации, 2008.
12. Лясковский В.Л. К вопросу формализации иерархических информационно-управляющих систем реального времени как объекта моделирования. Сборник научных трудов по материалам 4 международной научной конференции «Технические и технологические системы». – Краснодар, 2012.
13. Лясковский В.Л., Алашеев М.А. Сущность и особенности оценки характеристик функционирования комплексов средств автоматизации реального времени с использованием имитационного моделирования. Сборник научных трудов по материалам 4 международной научной конференции «Технические и технологические системы». – Краснодар, 2012.
14. Лясковский В.Л. Системотехнические основы автоматизации процессов обработки информации и управления в иерархических системах военного назначения. – Тверь: ВА ВКО, 2014.
15. Лясковский В.Л., Юскевич И.А. Методика выбора параметров тестирования и алгоритмического резервирования для обеспечения требований к надежности программного обеспечения систем обработки данных реального времени // Открытое образование. – 2014. – № 4.
16. Бреслер И.Б., Лясковский В.Л. К вопросу формализации задачи развития многоуровневых информационно-управляющих систем за счет повышения степени автоматизации функцио-

нальных процессов в условиях ресурсных ограничений // Сборник материалов седьмой международной научной конференции «Технические и технологические системы». – Краснодар: Юг, 2015.

17. Лясковский В.Л. Об одном универсальном показателе оценки функциональной эффективности иерархических автоматизированных систем организационного типа // Электронные информационные системы. – 2015. – № 4 (7).

18. Зальмарсон А.Ф., Юдин А.Ж. Комплексный подход к оценке эффективности программно-аппаратного комплекса автоматизации деятельности органов военного управления ВМФ // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 3 (41).

19. Лепешкин О.М., Корсунский А.С. Оптимизация структуры комплекса информационно-технических средств в автоматизированных системах управления // Автоматизация процессов управления. – 2011. – № 4 (26).