

УДК 004.4:623.618

DOI: [10.26102/2310-6018/2022.38.3.010](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2022.38.3.010)

Унификация автоматизированных систем военного назначения за счет специального программного обеспечения, реализованного на микросервисной архитектуре

В.А. Малышев, А.В. Толстых✉, С.А. Алейников

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Воронеж, Российская Федерация
toa-80@yandex.ru✉*

Резюме. В работе авторы предлагают перечень задач, которые должны решаться при унификации специального программного обеспечения автоматизированных систем военного назначения. По результатам анализа функциональных возможностей автоматизированных рабочих мест должностных лиц расчетов авиационного соединения из состава известных программно-технических комплексов, развернутых для эксплуатации в штабе и на повседневном пункте управления (командном пункте), сделаны выводы в виде некоторых требований, предъявляемых к специальному программному обеспечению. Выработаны предложения по решению поставленных задач унификации автоматизированных систем военного назначения за счет изменения архитектуры построения специального программного обеспечения с монолитной на микросервисную. Рассмотрен вариант общей структуры специального программного обеспечения контейнерно-модульного типа, позволяющий использовать данное программное обеспечение на любых программно-технических комплексах, развернутых для работы должностных лиц воинских формирований. Предложен состав специального программного обеспечения, основой которого является первичный модуль (модуль-контейнер), предназначенный для развертывания (запуска) вторичных модулей, а также для организации сетевого обмена и хранения информации внутри него. Первичный и вторичные модули являются микросервисами, которые могут работать независимо друг от друга и применяться пользователем для решения различных задач автономно.

Ключевые слова: автоматизированная система, программное обеспечение, унификация, монолитная архитектура, микросервисная архитектура, программный модуль.

Для цитирования: Малышев В.А., Толстых А.В., Алейников С.А. Унификация автоматизированных систем военного назначения за счёт специального программного обеспечения, реализованного на микросервисной архитектуре. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2022;10(3). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1158>
DOI: 10.26102/2310-6018/2022.38.3.010

Unification of automated systems for military purposes by means of special software implemented using microservice architecture

V.A. Malyshev, A.V. Tolstykh✉, S.A. Aleynikov

*Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin
Air Force Academy,
Voronezh, Russian Federation
toa-80@yandex.ru✉*

Abstract. In this paper, the authors propose a list of objectives that should be accomplished when unifying special software for automated military systems. Conclusions are drawn from the analysis of

the functionality of automated workplaces of air force formation crew from the well-known software and hardware complexes deployed for operation at the headquarters and at the daily control point (command post) in the form of the requirements for special software. Based on the findings, the proposals to solve the tasks of automated military system unification by changing the architecture of building special software from monolithic to microservice were developed. A version of the general structure of the container-modular type special software, which enables the use of this software with any software and hardware complex deployed for the work of military formation officials, is considered. The configuration of special software is suggested. The basis is the primary module (container module) designed for the deployment (launch) of secondary modules and the organization of network exchange and storage of information inside it. The primary and secondary modules are microservices that can work independently of each other, being utilized by the operator autonomously to achieve various goals.

Keywords: automated system, software, unification, monolithic architecture, microservice architecture, software module.

For citation: Malyshev V.A., Tolstykh A.V., Aleynikov S.A. Unification of automated systems for military purposes by means of special software implemented using microservice architecture. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2022;10(3). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1158> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.38.3.010 (In Russ.).

Введение

Тема автоматизации деятельности должностных лиц воинских формирований различного уровня, а именно возникающих в результате ее реализации проблем или нерешенных задач, раскрывалась в ряде научно-практических трудов [1, 2] и будет актуальна еще очень долгое время. По этой причине раскрывать все недостатки и положительные моменты, связанные с разработкой развернутых комплексов средств автоматизации из состава автоматизированных систем военного назначения (АС ВН), нет необходимости. Обобщенные результаты анализа актуальных для настоящего времени недостатков позволили сформировать основные направления развития АС ВН, которые перечислены в следующих пунктах:

- увеличение функциональных возможностей средств связи и комплексов средств автоматизации;
- совершенствование архитектуры построения АС ВН для реализации принципов распределенной обработки данных и ее согласование с общей структурой управления войсками;
- стандартизация и унификация технических средств программного и информационного обеспечения;
- разработка специального программного обеспечения в виде сервисов и его совместимость с различными операционными системами;
- обеспечение виртуализации вычислений с высоконадежной миграцией данных и виртуальных машин;
- создание общей доверенной среды обмена данными между АС ВН.

В данной работе главное внимание направлено на возникшую на начальном этапе разработок автоматизированных систем, но в настоящее время до конца не решенную задачу – их унификации, которая обусловлена разновидностью и разнообразием рассматриваемых систем как в Вооруженных Силах в целом, так и в Военно-воздушных силах, в частности.

Материалы и предложения по унификации специального программного обеспечения

Все автоматизированные системы разрабатывают в соответствии с тактико-техническим заданием, являющимся основным исходным документом, на основании которого осуществляется их создание и приемка соответствующими заказчиками. При создании рассматриваемых систем организации-разработчики должны руководствоваться принципами системности, развития (открытости), совместимости и унификации [3].

Принцип системности заключается в том, что при декомпозиции должны быть установлены такие связи между структурными элементами системы, которые обеспечивают цельность АС и ее взаимодействие с другими системами.

Принцип развития (открытости) заключается в том, что, исходя из перспектив развития объекта автоматизации, АС должна создаваться с учетом возможности пополнения (обновления) функций и состава, но без нарушения ее функционирования.

Принцип совместимости заключается в том, что при создании систем должны быть реализованы информационные интерфейсы, благодаря которым она может взаимодействовать с другими системами в соответствии с установленными правилами.

Принцип унификации (стандартизации) заключается в том, что при создании систем должны быть рационально применены типовые, унифицированные и стандартизованные элементы, проектные решения, пакеты прикладных программ, комплексы, компоненты.

Исходя из принципа унификации и используя различные ее интерпретации, можно сделать вывод, что для решения основных задач по унификации автоматизированных систем одинакового функционального назначения необходимо привести ее элементы (составляющие), обладающие высокими показателями качества и полной взаимозаменяемостью, к единообразию и установить их минимально необходимое, но достаточное число.

Любая автоматизированная система структурно состоит из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности и реализует информационную технологию выполнения установленных функций [4].

Одним из основных компонентов современных комплексов средств автоматизации является программно-технический комплекс (ПТК). Именно его в большей степени логично и целесообразно унифицировать (Рисунок 1).

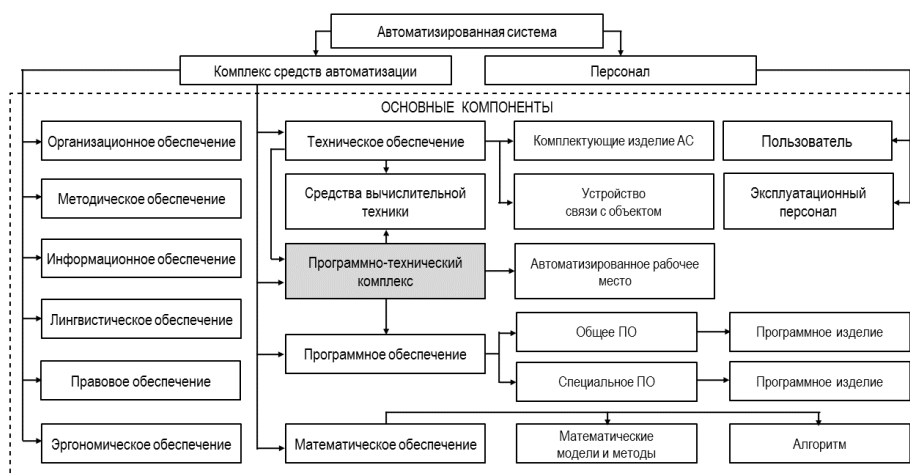


Рисунок 1 – Структура автоматизированной системы
Figure 1 – Structure of the automated system

Выделенный из состава автоматизированных систем военного назначения ПТК – это набор электронно-вычислительных машин (ЭВМ) двух типов: первый – серверы, второй – персональные ЭВМ, они же автоматизированные рабочие места. Электронно-вычислительные машины, а точнее архитектура их построения вместе с составными частями (комплектующими), в настоящее время уже достаточно унифицированы.

Неотъемлемой частью и одним из обязательных условий работоспособности практически всех современных ЭВМ является программное обеспечение. Программное обеспечение делится на общее и специальное [4].

К общему относятся операционные системы и прикладные программы. Перечень данного программного обеспечения в Вооружённых Силах Российской Федерации строго определен и в унификации не нуждается.

Специальное программное обеспечение (СПО) разрабатывается в зависимости от вида деятельности, которую необходимо автоматизировать. В создании программных продуктов для Вооруженных Сил участвует большое количество различных компаний и организаций, что позволяет сделать вывод о разнообразии и разнотипности предлагаемого СПО для АС ВН.

В соответствии с выбранным направлением данной работы требуется определить задачи, которые должны решаться посредством унификации автоматизированных систем военного назначения, а именно унификации установленного на них специального программного обеспечения.

Существует общий перечень задач унификации [5], подходящий в большей степени к технической составляющей программно-технических комплексов, чем к программной. Проведя аналогию между ними, мы сформулировали задачи, относящиеся к СПО АС ВН (Рисунок 2):

Первая задача – уменьшение многообразия программных продуктов, разрабатываемых для осуществления одинаковых функций.

Вторая задача – создание (разработка) программных продуктов по типовому принципу (типовой структуре).

Третья задача – создание (разработка) комплекса программ для автоматизированных систем различного назначения.

Четвертая задача – изменение части программного обеспечения (программного продукта) без влияния на другие его части.



Рисунок 2 – Задачи унификации автоматизированных систем военного назначения
Figure 2 – Tasks of unifying automated systems for military purposes

Первая и третья задачи унификации программного обеспечения очень схожи между собой по конечному результату. Избавившись от одинаковых программ, получится сформировать комплекс, состоящий из тех программных продуктов, которых достаточно для полноценного функционирования СПО. Единственное различие, определяемое третьей задачей, – это то, что полученный комплекс можно будет использовать для автоматизации деятельности разных направлений, например, по различным воинским специальностям.

Решение второй задачи позволит избежать разнообразия в проектировании компонентов СПО и в используемых стилях написания кода, что принципиально может повлиять на работу программистов.

Независимо от места развертывания автоматизированных систем и дальнейшего их применения, можно уверенно сказать, что все работы, выполняемые на автоматизированных рабочих местах, преимущественно связаны с файлами служебных документов. Для отработки любых видов документов (текстовые, табличные, графические) используются стандартные пакеты прикладных программ из состава общего программного обеспечения. Исключение составляют рабочие места из состава комплексов средств автоматизации «Фазенда» и «Крыло», в которых, наряду с общим программным обеспечением, могут использоваться возможности установленного СПО. К сожалению, не во всех авиационных воинских формированиях развернуты данные комплексы. Даже если они введены в эксплуатацию, то как минимум одна задача по реализации возможностей КСА не решена до конца или полностью – заполнение и редактирование информации в базе данных АС ВН. Вместе с тем отсутствует возможность изменять структуру базы данных и заложенных в нее шаблонов документов самостоятельно, то есть силами инженерно-технического состава без участия разработчиков (представителей промышленности).

Рассматривая унификацию СПО, АС ВН нужно обязательно учитывать сложность освоения пользователями существующих программных изделий. Разработчики программ никогда не пытаются специально создать трудности для оператора-пользователя. Сложность СПО обычно объясняется только обилием включенных в них возможностей, поэтому не все эти возможности нужны и используются должностными лицами.

Таким образом, возникает вопрос, какое тогда необходимо СПО для автоматизации деятельности должностных лиц авиационных воинских формирований?

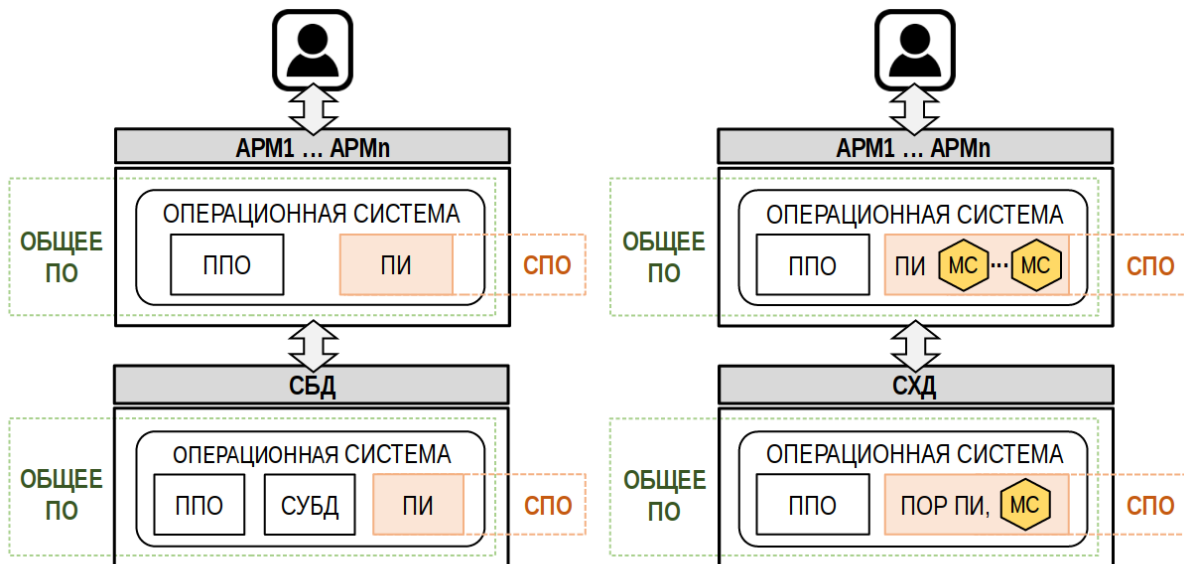
СПО должно разрабатываться с учетом совместного функционирования и свободного использования ресурсов общего программного обеспечения. Например, отработка текстовых документов в офисных приложениях или создание графических документов с помощью геоинформационных систем военного назначения. Возможности СПО не обязательно должны быть связаны с такой задачей, как обеспечение должностных лиц радиолокационной информацией. Работа авиации в основном связана с поражением наземных целей, а истребительная авиация уже давно обеспечена соответствующими комплексами, необходимыми для развертывания автоматизированных систем противовоздушной обороны.

В итоге сформулированы предлагаемые требования к специальному программному обеспечению, предъявляемые, с одной стороны, задачами унификации, с другой, практической потребностью пользователей к реализуемым возможностям.

Результаты

В настоящее время все известные программно-технические комплексы из состава развернутых, в том числе в авиационных воинских формированиях АС ВН, имеют

монолитную архитектуру построения специального программного обеспечения (Рисунок 3). Компоненты монолитного программного обеспечения взаимосвязаны и взаимозависимы. Эта архитектура является традиционным решением для создания программных приложений, но некоторые разработчики считают ее устаревшей, с чем авторы статьи вынуждены согласиться [6, 7].



ППО – прикладное программное обеспечение; СПО – специальное программное обеспечение; ПИ – программное изделие; ПОР – ПО для резервирования ПИ, микросервисов (МС) и других данных; СХД – сервер для хранения данных.

Рисунок 3 – Варианты программной архитектуры построения автоматизированной системы
Figure 3 – Software architecture options for building an automated system

Необходимо перечислить главные недостатки монолитной архитектуры. Сложно модернизируется и ограничена по гибкости: для того, чтобы внедрить что-то новое, нужно изменить значительную часть кода, а в некоторых случаях это означает полностью переписать приложение. Зависимость между компонентами. С одной стороны, это является достоинством, так как увеличивает производительность, но с другой стороны, если в каком-то компоненте программы будет ошибка, то это замедлит или вообще остановит работу всех должностных лиц. Следовательно, рассматриваемая архитектура не позволяет провести унификацию СПО в соответствии с перечисленными выше задачами [8].

Для решения задач унификации СПО предлагается использовать микросервисную архитектуру, работающую по принципу компонентности сервисов (Рисунок 3). Микросервисы (или микросервисная архитектура) – это подход, при котором единое приложение строится из множества слабосвязанных компонентов меньшего размера (так называемых сервисов), поддерживающих независимое развертывание и выполнение конкретных функций. Изменения в одном микросервисе не должны затрагивать другие.

В отличие от монолитных архитектурных приложений, микросервисы улучшают отказоустойчивость всего СПО при сбое его компонентов, а большие приложения могут продолжить эффективно работать, даже при неисправности любого отдельного программного элемента. При изменении СПО заказчиком не придется покупать полностью обновленное программное изделие (новой версии), как это делается в настоящее время. Соответственно, это положительный момент, с точки зрения экономической пользы и времени, потраченного на переработку и переустановку СПО.

Рассмотрим предлагаемый авторами вариант структуры специального

программного обеспечения, построенного по контейнерно-модульному принципу с использованием web-технологий (Рисунок 4).

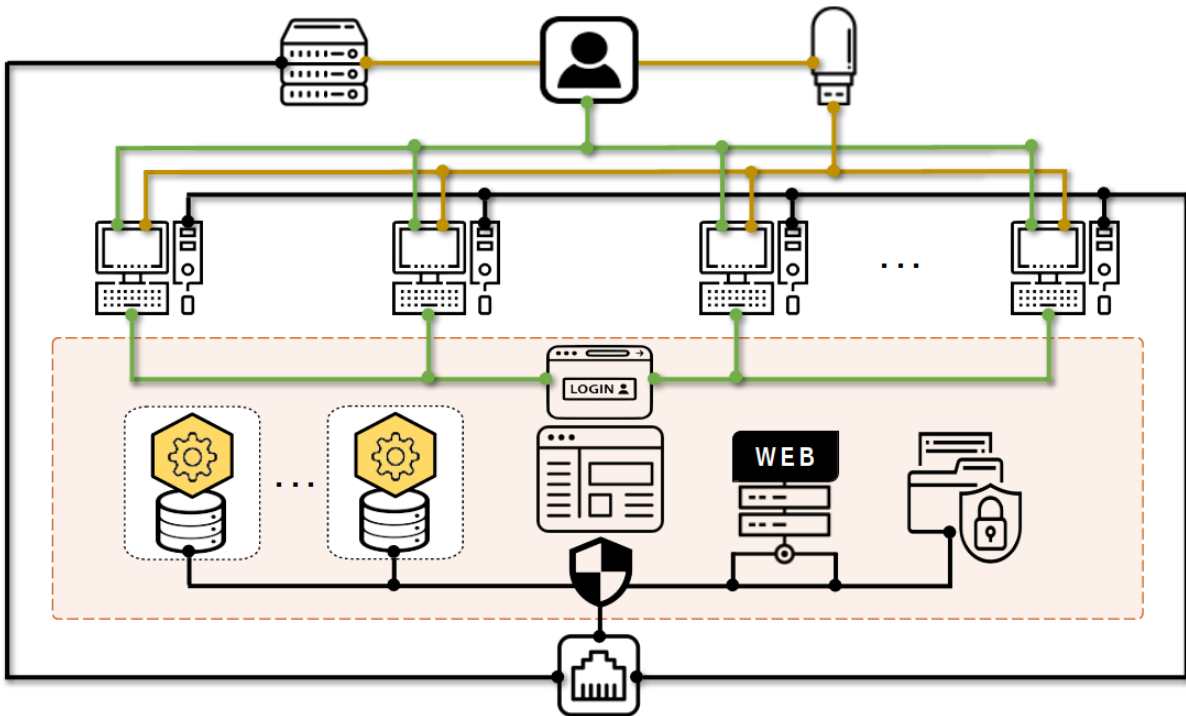


Рисунок 4 – Вариант структуры специального программного обеспечения контейнерно-модульного типа

Figure 4 – An option for building the structure of container modular type special software

Основным модулем является первичный модуль-контейнер [9, 10], который запускается первым из комплекта модулей и включает в себя несколько программных элементов. Графический интерфейс с разграничением доступа пользователей к содержимому контейнера. Портативный веб-сервер на платформе NodeJS, который запускается при открытии первичного модуля для реализации сетевых возможностей. Вдобавок портативность обеспечивается возможностью хранения внутри контейнера файлов различного формата, которые после упаковки контейнера сохраняются в нем, а при переносе контейнера на другое рабочее место распаковываются вместе с остальным содержимым контейнера – микросервисами. Все хранящиеся файлы открываются при помощи общего программного обеспечения, установленного на автоматизированном рабочем месте.

Микросервисы в представленном программном обеспечении выступают в роли вторичных модулей [11, 12], которые разработаны, как и первичный модуль, на web-технологиях. Одним из преимуществ такого подхода является тот факт, что модули не зависят от конкретной операционной системы, поэтому web-приложения являются кроссплатформенными сервисами. Это говорит о том, что вторичные модули могут работать автономно без первичного. Микросервисы могут содержать свою NoSQL базу данных с приложенным к ним инструментарием по ее редактированию.

Предлагаемый язык программирования для обоих вариантов модулей – JavaScript. Соответственно, информационная и сетевая безопасности будут осуществляться с высокой степенью. Реализованная в данном языке политика безопасности разрешает сценариям одного источника доступ к методам и свойствам друг друга без ограничений, но предотвращает доступ к ним из других источников. Следовательно, запрещаются как

сетевые, так и локальные несанкционированные обращения к разделам и файлам пользователя первичного модуля.

Заключение

При определении задач унификации было принято решение первую и третью задачи обобщить. Полученный результат можно сравнить с понятием «масштабируемость». Архитектура с возможностью подключения или отключения модулей позволяет реализовать изменение их количества в составе программного обеспечения или же собрать комплекс из модулей с возможностью применения в различных направлениях военной деятельности.

Что касается второй задачи, то микросервисная архитектура позволяет разрабатывать СПО АС на любом языке программирования, что положительно сказывается на работе разработчиков-программистов. У них появляется свобода выбора стиля написания кода и именовании переменных для дальнейшей унификации микросервисов.

Решение четвертой задачи также возможно по средствам предлагаемого СПО, потому что несложно изменять элементы программной системы, состоящей из отдельных независимых модулей.

В заключении можно сделать вывод, что унификация специального программного обеспечения для автоматизированных систем военного назначения приведет к оптимизации процесса проектирования и создания данных систем за счет предлагаемой структуры и разработанного прототипа (первичный и вторичные модули) специального программного обеспечения контейнерно-модульного типа, которые помогут выполнить интеграцию новых инструментальных средств (микросервисов) в программно-технический комплекс с минимальными временными и материальными затратами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сайфетдинов Х.И. Роль военной науки в создании и развитии автоматизированной системы управления Вооруженными Силами Российской Федерации. *Военная мысль*. 2020;10:75–81.
2. Чуркин И.П., Пономарёв О.П., Столяров О.Г. Направления развития автоматизированных систем управления авиацией. *Военная мысль*. 2020;4:106–114.
3. РД 50-680-88 «Руководящий документ по стандартизации. Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения».
4. ГОСТ Р 59853-2021 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения».
5. Марков В.В., Лисовская З.П., Углова Н.В. *Метрология, стандартизация и сертификация. Стандартизация*. Орёл: ОрелГТУ; 2010. 183 с.
6. Chris Richardson. *Microservices Patterns: With examples in Java*. UK: Manning Publications; 2018. 520 p.
7. Newman S. *Monolith to Microservices*. O'Reilly Media; 2019. 272 p.
8. Назаров С.В. *Архитектуры и проектирование программных систем*. М: ИНФРА-М; 2013. 413 с.
9. Толстых А.В., Алейников С.А. Первичный модуль СПО для автоматизированных рабочих мест лиц боевых расчетов пунктов управления ВВС «Прототип рабочего места (ПРМ)». *Сборник статей IV межвузовской НПК «Молодежные чтения, посвященные памяти Ю.А. Гагарина»*. 2017:184–186.

10. Алейников С.А., Толстых А.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018613573 Российская Федерация. Первичный модуль прототипа рабочего места «ПРМ». 2018.
11. Толстых А.В., Алейников С.А. Вторичный модуль (план перелетов «ППР») прототипа рабочего места из состава специального программного обеспечения АРМ пунктов управления ВВС. *Сборник статей VI межвузовской НПК «Молодежные чтения, посвященные памяти Ю.А. Гагарина»*. 2019:262–265.
12. Алейников С.А., Толстых А.В., Тетерятников А.В., Дуюнов А.П., Куприянов А.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018616790 Российская Федерация. Вторичный модуль «ПРМ»: План перелетов «ППР». 2018.

REFERENCES

1. Sajfetdinov H.I. Rol' voennoj nauki v sozdanii i razvitii avtomatizirovannoj sistemy upravleniya Vooruzhennymi Silami Rossijskoj Federacii. *Voennaya mysl'*. 2020;10:75–81. (In Russ.).
2. Churkin I.P., Ponomaryov O.P., Stolyarov O.G. Napravleniya razvitiya avtomatizirovannyh sistem upravleniya aviaciej. *Voennaya mysl'*. 2020;4:106–114. (In Russ.).
3. RD 50-680-88 «Rukovodyashchij dokument po standartizacii. Metodicheskie ukazaniya. Avtomatizirovannye sistemy. Osnovnye polozheniya». (In Russ.).
4. GOST R 59853-2021 «Informacionnaya tekhnologiya. Kompleks standartov na avtomatizirovannye sistemy. Avtomatizirovannye sistemy. Terminy i opredeleniya». (In Russ.).
5. Markov V.V., Lisovskaya Z.P., Uglova N.V. *Metrologiya, standartizaciya i sertifikaciya. Standartizaciya*. Oryol: OrelGTU; 2010. 183 p. (In Russ.).
6. Chris Richardson. *Microservices Patterns: With examples in Java*. UK: Manning Publications; 2018:520.
7. Newman S. *Monolith to Microservices*. O'Reilly Media; 2019. 272 p.
8. Nazarov S.V. *Arhitektury i proektirovanie programmyh sistem*. M: INFRA-M. 2013. 413 p. (In Russ.).
9. Tolstykh A.V., Aleynikov S.A. Pervichnyj modul' SPO dlya avtomatizirovannyh rabochih mest lic boevyh raschetov punktov upravleniya VVS «Prototip rabocheho mesta (PRM)». *Sbornik statej IV mezhvuzovskoj NPK «Molodezhnye chteniya, posvyashchennye pamyati Yu.A. Gagarina»*. 2017:184–186. (In Russ.).
10. Aleynikov S.A., Tolstykh A.V. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2018613573 Rossijskaya Federaciya. Pervichnyj modul' prototipa rabocheho mesta «PRM». 2018. (In Russ.).
11. Tolstykh A.V., Aleynikov S.A. Vtorichnyj modul' (plan pereletov «PPR») prototipa rabocheho mesta iz sostava special'nogo programmnogo obespecheniya ARM punktov upravleniya VVS. *Sbornik statej VI mezhvuzovskoj NPK «Molodezhnye chteniya, posvyashchennye pamyati Yu.A. Gagarina»*. 2019:262–265. (In Russ.).
12. Aleynikov S.A., Tolstykh A.V., Teteryatnikov A.V., Duyunov A.P., Kupriyanov A.A. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2018616790 Rossijskaya Federaciya. Vtorichnyj modul' «PRM»: Plan pereletov «PPR». 2018. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Малышев Владимир Александрович, профессор, доктор технических наук, профессор, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация.

e-mail: vamalyshev@list.ru

Толстых Александр Владимирович, старший преподаватель, кандидат технических наук, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация.

e-mail: toa-80@yandex.ru

Алейников Сергей Александрович, начальник отделения учебной лаборатории, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация.

e-mail: alfredus@mail.ru

Vladimir A. Malyshev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Voronezh, Russian Federation.

Alexander V. Tolstykh, Senior Lecturer, Candidate of Technical Sciences, Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Voronezh, Russian Federation.

Sergei A. Aleynikov, Head of the Department of the Educational Laboratory, Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Voronezh, Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 09.03.2022; одобрена после рецензирования 15.08.2022; принята к публикации 13.09.2022.

The article was submitted 09.03.2022; approved after reviewing 15.08.2022; accepted for publication 13.09.2022.