

УДК 629.7:004.4:519.233.6

## Создание модуля программно-технологической системы программно-целевого планирования, обеспечивающего определение приоритетов реализации целевых работ на Международной космической станции

*Creation of a program-technological system module for program-target planning, which ensures the determination of priorities for the implementation of targeted work on the international space station*

В настоящей статье рассматривается концепция разработки и внедрения на базе отечественной программно-технологической системы сквозного целевого планирования проектов ракетно-космической отрасли модуля ранжирования для обеспечения функционала автоматического формирования долгосрочной программы целевых работ и этапной программы целевых работ на основании собранной и верифицированной исходной информации. Модель обеспечивает распределение целевых работ из выборки по заданным критериям, расположение в порядке приоритетности в зависимости от итогового ранга приоритизации, распределение по типам, а также интегрирует необходимые данные в едином документе, представляющем из себя список целевых работ и космических экспериментов, планируемых к реализации в отведенный плановый период.

This article discusses the concept of developing and implementing a ranking module on the basis of the domestic software and technology system of end-to-end targeted planning of projects in the rocket and space industry to ensure the functionality of a targeted work long-term program and a milestone program of targeted work automatic formation based on collected and verified target works information. The model provides distribution of targeted works from the sample according to specified criteria, arrangement in order of priority depending on the final prioritization rank, distribution by types and integrates the necessary data in a single document, which is a list of targeted works and space experiments planned for implementation in the certain period.

**Ключевые слова:** информационно-аналитическая система, ранжирование, сбор данных, обработка данных, международная космическая станция, целевая работа, космические эксперименты.

**Keywords:** information and analytical system, ranking, data collection, data processing, international space station, target work, space experiments.

**ПЕТРОВА АЛЕКСАНДРА СЕРГЕЕВНА**

Специалист отдела программного планирования, АО «Организация «Агат»

*E-mail: PetrovaAS@agat-roscosmos.ru*

**PETROVA ALEKSANDRA SERGEEVNA**

Specialist of the program-planning department, JSC "Organization "Agat"

**СТУПНИКОВА  
ВИКТОРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА**

Ведущий специалист отдела программного планирования, АО «Организация «Агат»

*E-mail: StupnikovaVA@agat-roscosmos.ru*

**STUPNIKOVA  
VICTORIA ALEKSANDROVNA**

Lead specialist of the program-planning department, JSC "Organization "Agat"

**Введение**

За сравнительно небольшой промежуток времени, прошедший с момента запуска первого искусственного спутника Земли, человечество продолжает активно исследовать космос для решения социально-экономических и научных задач. Их решение не представляется возможным без предварительной масштабной подготовки и проведения космических экспериментов. Российская Федерация, как одна из космических держав, в рамках реализации Федеральной космической программы на 2016-2025 годы на Международной космической станции (далее – МКС) проводит порядка 300 экспериментов.

О развитии научного потенциала МКС за период функционирования станции свидетельствуют сравнительные данные по масштабам экспедиций во временной перспективе – первая программа была реализована в период с 31 октября 2000г. по 19 марта 2001г. В ходе данной программы, в первую очередь, из-за приоритетности выполнения служебных операций на этапе сборки МКС и в связи с отсутствием требуемого финансирования на разработку, изготовление и доставку новой научной аппаратуры, было реализовано 143 процедуры (сеанса) в рамках научных исследований по 12 целевым работам [1; 2]. В ходе экспедиции МКС-68 (проводилась с 29 сентября 2022 по 28 марта 2023), было проведено 442 процедуры (сеанса) по 48 исследованиям из состава долгосрочной программы [3].

Таким образом, объем информации в последние годы увеличивается в результате наращивания темпов проведения целевых работ (далее – ЦР), а также периодической корректировки регламентов и формата отчетной, научно-технической, финансовой и рабочей документации. Результаты исследовательской деятель-

ности, непосредственно научные данные фиксируются в отчетах, а также в сопроводительной документации. Однако проведение экспериментов на борту требует предварительной масштабной организации работ, в том числе заключения договоров между заказчиками исследований, непосредственными исполнителями, координационными, экспертными, сервисными и другими участниками проекта, подготовку проектной и плановой документации, экспертных заключений и других мероприятий [4]. Как итог, многочисленная официальная документация, в том числе административные, организационные, плановые и финансовые данные, зачастую остаются без внимания, информация своевременно не обновляется и не систематизируется. В результате становится все более острой проблема эффективного сбора, хранения, систематизации, обмена данными и их актуализация как в условиях реализации текущих задач предприятиями отрасли, так и в целях обеспечения головных и координирующих структур информационной базой для принятия оперативных и стратегических решений, в частности, процесса формирования долгосрочной программы, определяющей сроки и приоритет их реализации целевых работ на борту МКС.

**Аспекты, обуславливающие необходимость автоматизации формирования долгосрочной программы целевых работ**

На данный момент долгосрочная программа целевых работ (далее – ДПЦР) и этапная программа целевых работ (далее – ЭПЦР) формируются с учетом индивидуального ранга научной значимости ЦР, который присваивается проекту профильной секцией координационного научно-технического совета (далее – КНТС) Государственной Корпорации по космической деятель-

ности «Роскосмос» (далее – ГК «Роскосмос») [5], финансового показателя, характеризующего затраты на завершение этапа наземной подготовки. В ДПЦР и ЭПЦР также отражаются данные по ответственным исполнителям, используемой научной аппаратуре, срокам и статусу реализации ключевых работ.

Ежегодно с целью формирования ДПЦР и ЭПЦР осуществляется сбор актуализированных данных из разных источников. В связи с тем, что данные по ЦР не всегда своевременно оцифровываются и часть документации, особенно организационной, размещена на бумажных носителях, информация утрачивается со временем. Эти факторы ведут к увеличению трудозатрат по поиску необходимых документов в архивах и дальнейшей обработке с целью восстановления необходимых данных. При этом также в процессе обработки исходных материалов и формирования итогового документа есть роль человеческого фактора, в результате которого программы могут содержать ошибочные сведения или неточности.

В целом, необходимость автоматизации обработки данных – одна из основных проблем, решаемых в рамках цифровизации промышленности и других сфер экономики Российской Федерации и всего мира. Интеграция цифровых решений стимулирует процесс преобразования первичных получаемых данных в полезные знания, которые в дальнейшем могут быть использованы для разных целей, включая снижение трудозатрат в разных системах человеческой деятельности [6].

Для упрощения и ускорения процесса сбора данных по целевым работам на МКС было решено разработать единый сервис верификации, сбора, хранения и обмена данными, позволяющий оптимизировать рабочую коммуникацию субъектов отрасли и процесс планирования и принятия решений с использованием отраслевой программно-технологической системы «Сквозное целевое планирование проектов ракетно-космической отрасли» (далее – ПТС ПЦП). Система представляет собой единую информационную среду управления данными на всех этапах жизненного цикла проекта, реализуемых в структурах ракетно-космической отрасли, и была разработана на базе отечественной платформы T-Flex Docs, что позволяет полностью обойтись без иностранного программного обеспечения [7].

#### **Применение системы сквозного целевого планирования проектов ракетно-космической отрасли как инструмента разработки модуля цифровой обработки данных по целевым работам**

ПТС ПЦП – это информационная система, направ-

ленная на оптимизацию процесса управления проектами и данными по проектам с помощью функционала отображения сроков реализации основных мероприятий, статистических данных как по отдельным проектам, так и по группам проектов, с учетом их статуса, возможности загрузки файлов, данных по финансированию и т.д. [8].

Использование ПТС ПЦП нацелено на решение следующих задач:

1. структурированное хранение информации об объектах управления;
2. планирование и прогнозирование выполнения работ по проекту;
3. мониторинг и контроль ключевых событий, работ и показателей проекта, в том числе с помощью автоматизированных отчетов (рис. 1);
4. управление бизнес-процессами.

ПТС ПЦП была выбрана в качестве задела вследствие того, что данный сервис имеет гибкую архитектуру, позволяющую разрабатывать и настраивать модули и интегрировать различные решения.

На первоначальном этапе внесения в систему данных по экспериментам, проводимым на МКС, перечень информации ограничивался заполнением основных полей заявки на проведение ЦР, а также внесением плановых и фактических сроков этапа программной интеграции в формате плана-графика в виде диаграммы Ганта, подтверждаемых документацией, прикладываемой к проекту непосредственно в системе. Впоследствии план-график стал включать в себя также сроки реализации этапов наземной подготовки, бортовой реализации и анализа результатов. С целью обеспечения возможности формирования различных аналитических отчетов, в том числе по статусу выполнения основных работ проекта со статистикой по выполненным, сорванным, завершенным работам и работам в процессе выполнения, требовалась разработка алгоритма автоматического поиска определенных работ и этапов на плане-графике. В качестве решения был реализован функционал присвоения уникальных классификаторов, составлен их список, характеризующих каждый этап и типовые работы в рамках этапа, который загружен в систему с привязкой к ранее внесенным данным.

В рамках задачи оптимизации процесса формирования долгосрочной программы целевых работ была осуществлена разработка алгоритма расчета модели ранжирования. Данный механизм осуществлен на основании собранной, верифицированной исходной информации по целевым работам и космическим экспериментам. Алгоритм обеспечивает определение очередности выполнения ЦР по заданным критериям, распределение по типам, расположение в порядке приоритетности

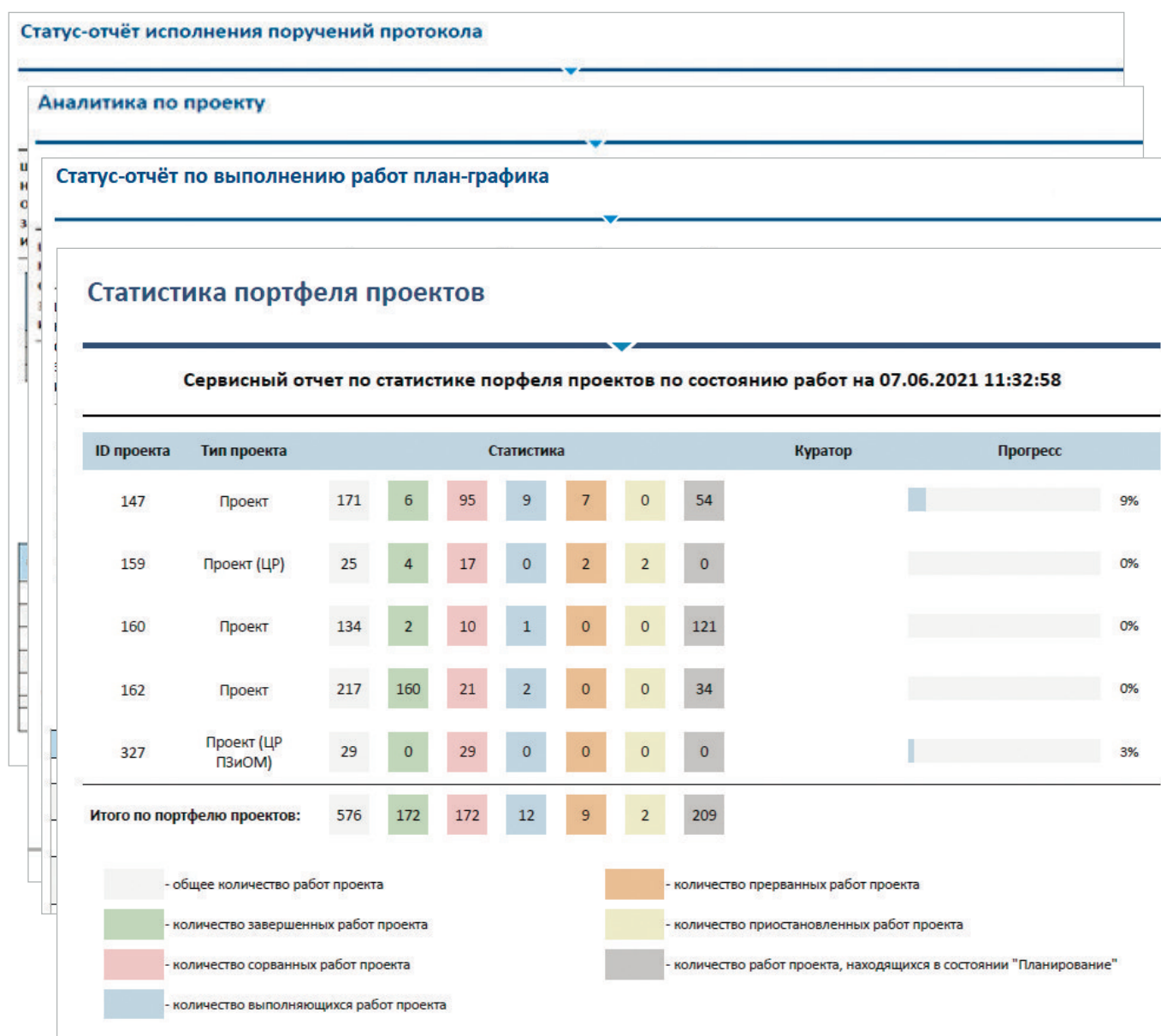


Рис. 1. Пример отчетности в системе ПТС ПЦП.  
 Источник: составлено авторами на основе данных системы ПТС ПЦП

и интегрирует необходимые данные в формируемом по нажатию кнопки едином документе, представляющем из себя список целевых работ и космических экспериментов, планируемых к реализации в отведенный плановый период.

На этапе принятия решения о необходимости автоматизации процесса сбора и формирования ДПЦР и ЭПЦР возникла потребность внесения в систему дополнительных данных, включая информацию по финансированию и плановой длительности работ, а также данные по используемой научной аппаратуре, для чего были добавлены параметры, содержащие в себе показатели объема планового и фактического финансирования каждой из работ и плановой длительности ее реализации. Практика показала, что внесение типовых харак-

теристик, таких как финансирование и длительность, в каждую работу по-отдельности является достаточно трудоемким процессом, поэтому впоследствии была реализована возможность автоматической загрузки указанных выше показателей по ряду работ одновременно с помощью шаблонного файла формата электронных таблиц, что значительно сократило трудозатраты на внесение данных. Основные сведения по используемым в рамках ЦР техническим средствам хранятся в системе объектов научной аппаратуры (далее – НА). Каждый объект НА представляет из себя элемент отдельного справочника с такими параметрами как шифр, масса, объем и сегмент МКС, где находится аппарат. Также был реализован отдельный модуль, обеспечивающий функционал верификации внесенных по ним данных.

Внедренный модуль обеспечивает возможность в кратчайшие сроки формировать документ, представляющий из себя список целевых работ и космических экспериментов в порядке приоритетности в зависимости от ранга, разделенный по типам работ, на основе актуальных данных, что позволяет оперативно принимать на основании обработанных и систематизированных данных ряд стратегических и оперативных управленческих решений в части планирования финансирования, сроков и технического обеспечения при формировании, обосновании и согласовании проектной документации в рамках подготовки к проведению целевых работ и космических экспериментов на МКС.

При этом важно отметить, что достоверность и актуальность данных, на основании которых формируется программа, обеспечивается автоматизацией обработки данных, а непрерывно развивающийся функционал системы позволяет значительно сократить трудозатраты на перевод данных в цифровой формат – многие поля накладывают ограничение на вносимый в них тип, набор или объем данных (выбор значения из ограниченного перечня). Например, сроки этапа бортовой реализации ЦР в карточке интегрированы с планом-графиком, при актуализации которого автоматически обновляются сведения в карточке, что исключает противоречивость данных. То есть пользователи, имеющие доступ, вносят информацию в систему в рамках согласованной электронной формы, объем и тип вносимых данных, таким образом, соответствует регламенту.

Процесс верификации обеспечивает актуальность вносимых данных и их соответствие подтверждающей документацией и регламентным значениям. Пользователи по мере внесения данных посредством сервиса пересылки электронных заявок отправляют их на верификацию экспертам. К примеру, при заполнении плана-графика в формате диаграммы Ганта могут быть верифицированы как отдельные работы, так и план-график в целом. Также объектом верификации может

быть информационная карточка исследования, содержащая общие данные по участникам, основным срокам проведения исследования и условиям финансирования, краткому содержанию планируемых экспериментов. Данный объект может быть отправлен на верификацию как отдельно, так и совместно с планом-графиком. Также проверяются внесенные сведения по объектам научной аппаратуры.

Эксперты осуществляют верификацию в соответствии с чек-листом, разработанным совместно специалистами АО «Организация «Агат», АО «ЦНИИмаш» и утвержденным ГК «Роскосмос». Документ содержит перечень проверяемых параметров, ряд правил структуризации и оформления данных, справочные сведения, а также сроки выполнения работ. Чек-лист регламентирован отраслевыми стандартами, включая Положение о порядке планирования и проведения целевых работ на Международной космической станции.

По мере проверки данных эксперты либо одобряют заявку, тем самым присваивая им верифицированный статус, либо составляют список замечаний и отправляют материалы на доработку пользователю. После внесения изменений данные отправляются на повторную верификацию (рис. 2).

Модуль верификации данных обеспечивает:

- возможность непосредственной коммуникации экспертов с исполнителями в рамках отдельных отправляемых на верификацию объектов за счет опции пересылки комментариев при отправке заявок;
- простой и быстрый процесс внесения корректировок в проверяемый объект любого формата;
- электронный обмен информацией (в рамках проведения экспертизы больше не требуется бумажное сопровождение);
- унифицированный сервис обработки данных различных форматов;
- адаптируемый и настраиваемый интерфейс.

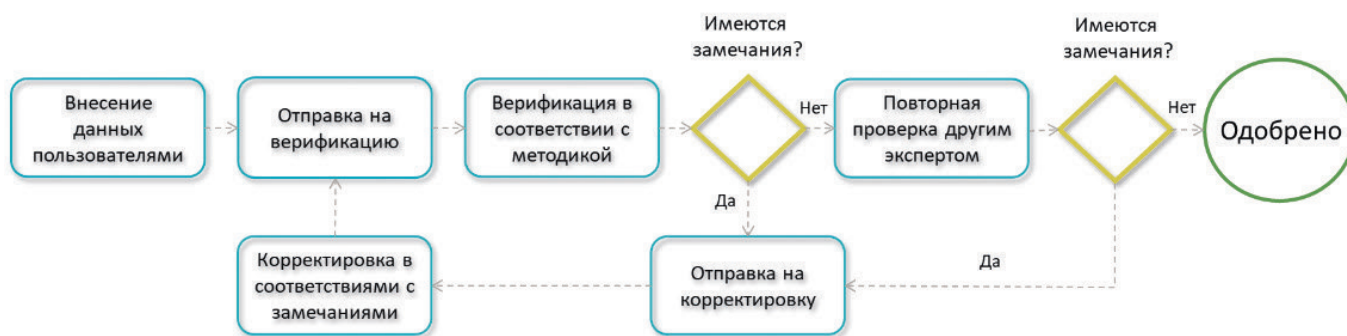


Рис. 2. Схема процесса верификации данных.

Источник: составлено авторами на основе данных системы ПТС ПЦП

В итоге уже на текущей стадии можно отметить следующие результаты:

- систематизирована документация, разрабатываемая в ходе организации, проведения исследований на МКС и последующей подготовки отчетных материалов. В рамках внесения данных в систему и отправки их на верификацию была проведена ревизия утвержденной документации, в результате имеющийся объем данных был приведен в соответствие с наиболее актуальными отраслевыми регламентами;
- оптимизирован процесс проведения верификации данных – система позволяет оперативно отправлять информацию на корректировку с детальным описанием недочетов, что обеспечивает сокращение ресурсов, в том числе времени и трудоемкости. Как результат – снижение стоимости на проверку корректности внесения данных, их полноты и достоверности;
- оптимизирован процесс цифровизации данных – интеграция системы с другими информационными сервисами позволяет использовать уже имеющиеся блоки информации и автоматически заполнять типовые поля в рамках отдельных проектов, к примеру, данные об организациях-исполнителях или научных руководителях, данные по научной аппаратуре и т.д., что значительно упрощает процедуру внесения информации;
- оперативность и достоверность предоставления отчетной документации – внесенные в систему

данные систематизированы и прошли экспертную верификацию. При этом аналитический функционал позволяет представлять данные в визуальном оформленном формате, что также способствует повышению эффективности принятия управленческих решений [9].

#### Заключение

Разработанная система приоритизации может использоваться в рамках принятия оперативных и стратегических решений при реализации Федеральной космической программы 2016-2025 годов, что, в свою очередь, позволит решать стратегические задачи совершенствования и развития ракетно-космической техники в интересах обороноспособности, безопасности, социально-экономического развития страны, науки и международного сотрудничества, обеспечения гарантированного доступа и необходимого присутствия России в космическом пространстве. Данный функционал полезен в ракетно-космической промышленности в части:

- поддержки централизованного учета информации о ходе выполнения ЦР на сегментах МКС;
- возможности своевременного получения достоверной и актуальной информации руководством о текущем состоянии выполнения ЦР для принятия управленческих решений;
- возможности накопления и передачи знаний по реализованным экспериментам;
- планирования, мониторинга и контроля реализации ЦР.

#### Список литературы

1. АО «ЦНИИмаш» : МКС-1 // офиц. сайт. Королёв. URL: [https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/research-program/mks\\_1/](https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/research-program/mks_1/) (дата обращения: 27.04.2023).
2. Государственная Корпорация по космической деятельности «Роскосмос» : Первая основная экспедиция на МКС, 02.11.2021 // офиц. сайт. Москва. URL: <https://www.roscosmos.ru/33208/> (дата обращения: 28.04.2023).
3. АО «ЦНИИмаш» : МКС-68 // офиц. сайт. Королёв. URL: <https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/research-program/MKS-68/> (дата обращения: 04.05.2023).
4. Положение о порядке планирования и проведения целевых работ на Международной космической станции (Положение ЦР-МКС), приложение №1 к приказу Госкорпорации «Роскосмос» и Российской академии наук от «1» октября 2021 г. №291/2.

5. АО «ЦНИИМаш» : О КНТС // офиц. сайт. Королёв. URL: <https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/#2> (дата обращения: 28.04.2023).
6. Цифровизация и цифровое развитие // rosinfostat.ru: сайт Росинфостат. 2022. URL: <https://rosinfostat.ru/tsifrovizatsiya/> (дата обращения: 28.04.2023).
7. ЗАО «Топ Системы» : О компании «Топ Системы» // офиц. сайт. Москва. URL: <https://www.tflex.ru/about/> (дата обращения: 28.04.2023).
8. Паспорт Программно-технологической системы сквозное целевое планирование проектов ракетно-космической отрасли (ПТС ПЦП).
9. Ступникова, В. А. Верификация данных в цифровой среде на примере документации, разрабатываемой в рамках проведения космических экспериментов на МКС / В. А. Ступникова // Сборник тезисов работ международной молодёжной научной конференции XLVIII Гагаринские чтения 2022. – М.:Издательство «Перо» – 2022. – Мб. [Электронное издание]. – С. 590-591.

#### List of literature

1. JSC “TsNIIMash” : ISS-1 // official website Korolev. URL: [https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/research-program/mks\\_1/](https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/research-program/mks_1/) (accessed: 27.04.2023).
2. State Corporation for Space Activities “Roscosmos”: The first main expedition to the ISS, 02.11.2021 // official website Moscow. URL: <https://www.roscosmos.ru/33208/> (accessed: 28.04.2023).
3. JSC “TsNIIMash” : ISS-68 // official website Korolev. URL: <https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/research-program/MKS-68/> (accessed: 04.05.2023).
4. Regulation on the Procedure for Planning and Carrying out Targeted work on the International Space Station (Regulation CR-ISS), Appendix No. 1 to the Order of the State Corporation for Space Activities “Roscosmos” and the Russian Academy of Sciences dated October 1, 2021 No. 291/2.
5. JSC “TsNIIMash” : About STAC // official website Korolev. URL: <https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/#2> (accessed: 28.04.2023).
6. Digitalization and digital development // rosinfostat.ru : Rosinfostat official website, 2022. URL: <https://rosinfostat.ru/tsifrovizatsiya/> (accessed: 28.04.2023).
7. CJSC “Top Systems” : About the company “Top Systems” // official website Moscow. URL: <https://www.tflex.ru/about/> (date of application: 28.04.2023).
8. Passport of the Software and technological system end-to-end target planning of projects of the rocket and space industry (PTS PCP).
9. Stupnikova, V. A. Data verification in the digital environment on the example of documentation developed during space experiments on the ISS / V. A. Stupnikova // Collection of abstracts works of the international youth scientific conference XLVIII Gagarin Readings 2022. – Moscow: Publishing House “Pero” – 2022. – Mb. [Electronic edition]. – pp. 590-591.

Рукопись получена: 11.05.2023

Рукопись одобрена: 19.06.2023