

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭКИПАЖЕМ ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ-КОСМОПОРТА

С.Е. Пугаченко<sup>1,2</sup>

spugachenko@gmail.com

Д.А. Козедуб<sup>2</sup>

den.x.14@gmail.com

<sup>1</sup> АО «ГКНПЦ имени М.В. Хруничева», Москва, Российская Федерация<sup>2</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

---

### Аннотация

Исследован методический подход к выбору режима обслуживания экипажем окололунной орбитальной станции-космопорта. Исследование направлено на определение наиболее экономичного режима. Характеристики орбитальной станции приняты близкими к проекту Lunar Orbital Platform-Gateway, запланированному в настоящее время в США. Использование такой станции в качестве базы для сборки межпланетного экспедиционного комплекса — одна из составляющих развития пилотируемой космонавтики. Исследование проведено методом системного анализа. Разработана математическая модель лунной космической инфраструктуры, включающей в себя орбитальную станцию, транспортные корабли и средства выведения. Принята двухпусковая схема полета к орбитальной станции, в которой связка из корабля или модуля с межорбитальным буксиром формируется на низкой околоземной орбите для дальнейшего перелета в окрестности Луны. Получены зависимости затрат на программу от средней периодичности запусков модулей межпланетного экспедиционного комплекса для двух вариантов обслуживания экипажем. Определена рациональная область значений средней периодичности доставки модулей межпланетного экспедиционного комплекса, при которой предпочтительным является режим длительного пребывания экспедиций экипажа на период развертывания такого комплекса

### Ключевые слова

*Лунная орбитальная станция, межпланетный экспедиционный комплекс, моделирование лунной инфраструктуры, режим обслуживания экипажем, рабочее время экипажа, транспортный корабль, межорбитальный буксир*

Поступила 18.12.2018

© Автор(ы), 2019

---

Приближение к завершению полета Международной космической станции (МКС) и инициатива США по созданию окололунной орбитальной станции Lunar Orbital Platform-Gateway дали толчок обсуждению путей

дальнейшего развития долговременных орбитальных станций. Вариантов множество: от исследовательских лабораторий до туристических гостиниц, от постоянно обитаемых орбитальных баз до посещаемых космопортов-убежищ, от национальных форпостов до коммерческих бизнес-проектов. Весьма существенную роль в проектах играет масштаб будущей космической деятельности. Ответы на множество вопросов по конфигурации космической инфраструктуры может дать системный анализ ее математических моделей. Работа в этом направлении проводится на кафедре «Ракеты-носители и космические аппараты» факультета «Специальное машиностроение» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Далее приведено исследование вариантов обслуживания экипажем лунной орбитальной станции (ЛОС), являющейся базой для сборки межпланетных экспедиционных комплексов (МЭК).

Организации рабочего времени экипажей экспедиций уделено достаточно большое внимание в научно-технической литературе. В ходе анализа космических лабораторий [1] автор подробно останавливается на проблемах организации рабочего времени экипажа, осуществляющего программу научных исследований на орбите. Отмечено, что основная цель постоянного пребывания экипажа на борту — оперативное реагирование на неожиданное или незапланированное протекание научного эксперимента.

Проект околоземной научно-исследовательской лаборатории [2] предполагает постоянное пребывание экипажа исследователей из трех человек с возможностью увеличения численности при необходимости. В состав станции предлагается включить периодически присоединяемую к станции для обслуживания экипажем орбитальную платформу с научным оборудованием. Общий вид такой станции приведен на рис. 1, а.

Конфигурация российской околоземной станции приведена в статье [3]. В состав станции должны войти модули, которые планируется ввести в МКС в ближайшие годы. Общий вид станции приведен на рис. 1, б.

Лунная орбитальная станция рассматривается как следующий после МКС шаг по освоению космоса человеком. Общий подход группы российских специалистов к созданию ЛОС изложен в книге [4]. Такая станция выполняет функции перевалочной базы, заправочной станции и др. Станция должна работать в режиме посещения экипажем, поскольку на ее борту не планируется проведение сколько-нибудь значительных исследований с участием экипажа.

Проект американской окололунной станции Lunar Orbital Platform-Gateway [5] нацелен на длительное функционирование за пределами низких околоземных орбит. Исследования на борту этой станции должны



*a*



*б*



*в*

**Рис. 1.** Проекты орбитальных станций: *a* — европейской околоземной исследовательской станции; *б* — российской околоземной станции; *в* — американской окололунной станции Lunar Orbital Platform-Gateway

расширить границы науки о космосе, открыть новые возможности для партнерства и подготовить автоматические и пилотируемые полеты к более удаленным пунктам назначения в Солнечной системе. Одна из конфигураций станции изображена на рис. 1, *в*. В ее состав должны войти энергодвигательный, жилой, стыковочный и шлюзовой модули. Доставку экипажей планируется осуществлять с помощью американских кораблей «Орион» и российских кораблей «Федерация».

В перспективе не исключено использование такой станции в качестве отправной базы для дальних полетов [6]. Станция должна работать в режиме посещения экипажем. К ней предъявляется требование по обеспечению жизнедеятельности четырех членов экипажа в течение не менее 30 дней.

В связи с удаленностью ЛОС от Земли особое значение приобретает проблема снижения затрат на обслуживание станции экипажем. Известно, что затраты на транспортно-техническое обеспечение ЛОС и лунной базы на начальных этапах развития лунной космической инфраструктуры составят более 80 % общих затрат [7]. Цель исследования — определение рациональных режимов пребывания экипажа монтажников МЭК на борту окололунной орбитальной станции-космопорта.

Задачами исследования являются:

- разработка алгоритма расчета характеристик лунной инфраструктуры и определение числовых значений проектных параметров;

- создание математической модели лунной инфраструктуры;
- проведение анализа полученных результатов расчета и формирование рекомендаций.

В результате расчета необходимо определить затраты на создание и эксплуатацию ЛОС, предназначенной для сборки МЭК массой от 200 до 400 т. Затраты на МЭК не учитываются. При этом возможны два режима пребывания экипажа на борту:

- режим посещения экипажем на период сборки одного элемента МЭК;
- режим постоянного пребывания сменяющихся экспедиций экипажа на период сборки МЭК.

Назначение ЛОС — предоставление базы для сборки, подготовки и старта МЭК к Марсу и другим небесным телам. Орбитальная станция также должна служить в качестве перевалочной базы для перехода экипажа и передачи грузов на трассе Земля–Луна, однако затраты, связанные с выполнением этой задачи, не учитываются.

Принято, что длительность полета ЛОС составляет 40 лет. За это время на базе станции осуществляется сборка трех МЭК.

Также принято, что доставка модулей ЛОС, модулей МЭК и транспортных кораблей на окололунную орбиту происходит по двухпусковой схеме. Связка межорбитального буксира (МОБ) с кораблем или модулем формируется на околоземной орбите. Переход на отлетную траекторию к Луне осуществляется средствами МОБ. Корабли и модули являются активными при стыковках на околоземной и окололунной орбитах.

Транспортная система ЛОС состоит из:

- транспортного грузопассажирского корабля (ТГПК) для транспортировки космонавтов и грузов в интересах станции;
- МОБ для транспортировки модулей и кораблей с околоземной исследовательской станции (ОИСЗ) на окололунную исследовательскую станцию;
- РН типа 1 для выведения модулей станции и грузопассажирских кораблей на ОИСЗ;
- РН типа 2 для выведения МОБ на ОИСЗ.

В состав орбитальной станции должны входить: порты для стыковки транспортных кораблей — 3 шт.; порт для сборки МЭК; робототехнические средства для сборки МЭК; шлюзовой отсек для выхода в космос космонавтов-монтажников МЭК.

В основу исследований положен метод системного анализа, охватывающего орбитальные средства, средства выведения и наземную инфра-

структуру. С использованием этого метода в рамках Федеральной программы «Научные и научно-педагогические кадры» в 2009–2014 гг. был создан и успешно используется учебно-исследовательский компьютерный стенд [8].

В ходе расчета математической модели лунной космической инфраструктуры определены приращения характеристических скоростей и затраты топлива орбитальных средств на различных участках полета, исходя из предварительных значений масс орбитальных средств. При этом характеристики МОБ зависят от массы транспортируемых на окололунную орбиту кораблей и модулей.

Требуемое рабочее время и численность экипажа рассчитаны, исходя из статистических данных о структуре времени пребывания экипажа на борту станции.

Затем определяются массы и некоторые другие характеристики бортовых систем орбитальной станции: двигательной установки на базе жидкостных ракетных двигателей, бортового комплекса управления, системы энергоснабжения на солнечных батареях, системы обеспечения тепловых режимов, системы обеспечения жизнедеятельности экипажа и системы механической стыковки. Масса орбитальной станции определяется как сумма масс бортовых систем, основной конструкции, бортовой кабельной сети и элементов крепления бортового оборудования.

Грузопоток станции рассчитывается по численности экипажа, массам бортовых систем и количеству топлива двигательной установки, расходуемого на динамические операции станции.

Объем герметичных отсеков орбитальной станции определяется исходя из удельного объема для одного члена экипажа, массы бортового оборудования и статистических данных о плотности заполнения объема оборудованием.

Приняв некоторую периодичность полетов транспортных кораблей, можно рассчитать массу полезного груза корабля, зная численность экипажа — массу корабля. Периодичность полетов корабля к орбитальной станции определяется потребностями в смене экипажей экспедиций, в сборке модулей МЭЖ, ее техническом обслуживании и ремонте станции, если станция эксплуатируется в режиме посещения экипажем. Масса корабля определяет требуемые характеристики средств их выведения на околоземную орбиту. Принято, что для выведения кораблей и модулей используется один тип РН. Исходя из грузоподъемности средств выведения модулей станции, определяется число запусков средств выведения для развертывания станции.

Массы многомодульной станции и модуля уточняются с учетом данных о дополнительной массе интерфейсов модулей. Полученные значения масс используются в следующей итерации расчета характеристик орбитальной станции, начиная с расчета затрат топлива, для получения более точных результатов.

Затем разрабатывается программа запусков модулей и транспортных кораблей по годам и определяется общее число кораблей за время существования орбитальной станции. Экономические затраты определяются по принятой в ракетно-космической отрасли методике расчета трудо-затрат.

Более подробно методический подход к построению математической модели изложен в [9]. Структурная схема расчета приведена на рис. 2.

В результате расчетов с помощью доработанной компьютерной программы определены следующие характеристики лунной космической инфраструктуры:

- масса станции 52 т;
- число РН, необходимое для развертывания орбитальной станции, 2;
- среднесуточное энергопотребление орбитальной станции 15 кВт;
- объем герметичных отсеков орбитальной станции 310 м<sup>3</sup>;
- средние значения грузопотока станции 12 т/год в период сборки МЭК;
- масса полезного груза транспортного корабля 6 т;
- грузоподъемность РН для выведения модулей и кораблей и МОБ 30 и 55 т.

Общий вид станции приведен на рис. 3.

Возможной конфигурацией МЭК может быть марсианский экспедиционный комплекс на основе двухрежимной ядерной энергодвигательной установки [10]. Общий вид связки ЛОС и МЭК приведен на рис. 4.

В результате расчетов получены графики зависимости трудоемкости программы орбитальной станции от средней периодичности запусков элементов МЭК от 60 до 240 суток для двух режимов пребывания экипажа на борту орбитальной станции и различных масс МЭК. Графики зависимости приведены на рис. 5.

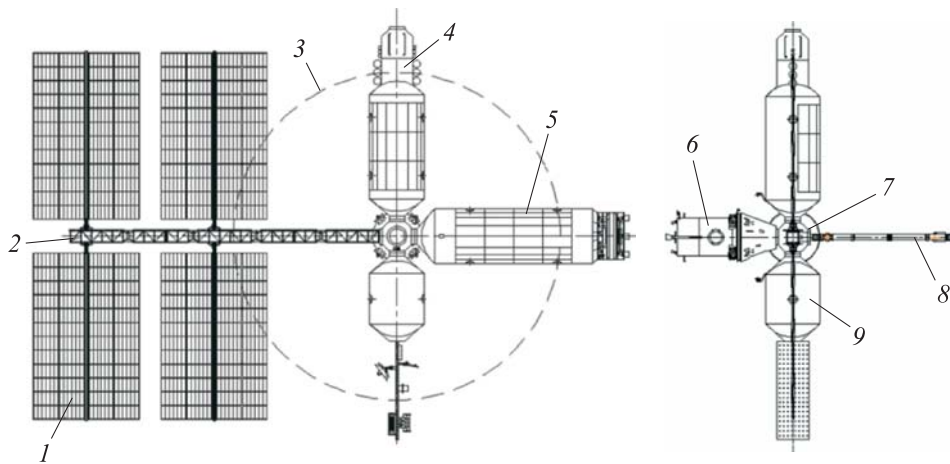
В случае посещения станции экипажем на период сборки одного элемента МЭК длительность экспедиции посещения составляет в среднем 38 суток. За это время экипаж присоединит элемент МЭК к комплексу с помощью робототехнических средств станции, совершит несколько выходов в открытый космос для монтажа элемента МЭК и проведет контрольные проверки. Кроме того, экипаж совершит техническое обслуживание и ремонт станции, а также выполнит ее расконсервацию и консервацию.



Рис. 2. Структурная схема расчета

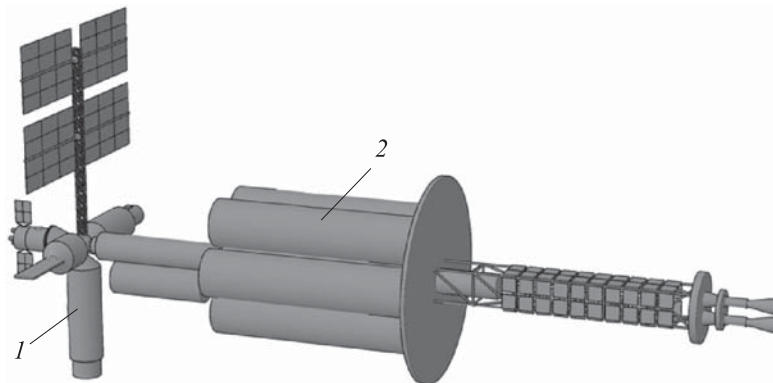
Затраты на программу орбитальной станции не зависят от периодичности запусков элементов МЭК. Затраты возрастают с увеличением массы МЭК, поскольку при использовании одних и тех же средств выведения на ОИСЗ увеличивается число элементов МЭК и, соответственно, число экспедиций посещения станции экипажем.

Постоянное пребывание экипажа в период сборки МЭК предполагает сменяющие друг друга экспедиции, длительностью 180 суток каждая, из трех периодов сборки МЭК. С ростом промежутка времени между



**Рис. 3.** Общий вид ЛОС:

1 — солнечная батарея; 2 — ферма с приводами вращения солнечной батареи; 3 — зона МЭК; 4 — жилой модуль с шлюзовым отсеком; 5 — служебный модуль; 6 — транспортный корабль; 7 — порт для сборки МЭК; 8 — дистанционно-управляемый манипулятор; 9 — исследовательский модуль

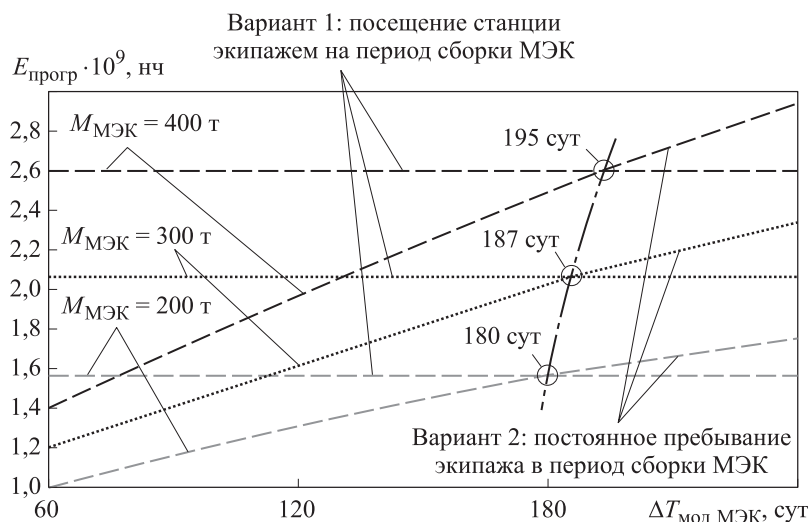


**Рис. 4.** Общий вид связки ЛОС (1) и МЭК (2)

запусками элементов МЭК увеличиваются длительность сборки МЭК, число экспедиций на орбитальную станцию и грузопоток расходуемых запасов обеспечения жизнедеятельности экипажа.

Из графика следует, что второй вариант является тем более экономичным, чем чаще проводятся запуски модулей МЭК, и предпочтительным при периодичности запусков менее 120 суток. Ограничением в этом случае служат возможности производства, подготовки на космодроме и запуска РН, МОБ, кораблей и модулей. Ежегодно требуемое число этих изделий при периодичности запусков элементов МЭК 60 суток приведено ниже.





**Рис. 5.** Зависимость затрат на программу орбитальной станции от периодичности запусков элементов МЭК для различных масс МЭК

**Требуемое число изделий ракетно-космического транспорта в год**

Грузопассажирский транспортный корабль .....	2 шт.
Модуль МЭК .....	6 шт.
МОБ .....	8 шт.
РН массой 30 т .....	8 шт.
РН массой 55 т .....	8 шт.

Известно, что модули орбитального комплекса «Мир» запускались на орбиту с периодичностью ~ 2 года. Модули МКС, если не считать перерывов из-за аварий корабля «Шаттл», доставлялись к месту сборки 5–8 раз в год. Исходя из опыта эксплуатации орбитального комплекса МКС, приведенные числа выглядят вполне реальными, особенно если эксплуатация окололунной станции будет вестись в рамках международной кооперации.

**Заключение.** 1. Приведена методика выбора рациональных режимов обслуживания экипажем ЛОС-космопорта, в которой использован системный анализ характеристик лунной пилотируемой инфраструктуры. В качестве критерия рациональности принят показатель экономических затрат на лунную космическую инфраструктуру.

2. Исследование, выполненное с помощью приведенной методики, показало, что при периодичности присоединения модулей МЭК не более 120 суток рациональным является постоянное пребывание экипажа ЛОС на время сборки МЭК. Область рациональных значений периодичности присоединения модулей для указанного режима расширяется при увеличении массы МЭК.

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Cohen M. Space laboratories. *SAE Tech. Pap.*, 2001, no. 2001-01-2142.  
DOI: 10.4271/2001-01-2142
- [2] Romberg O., Quantius D., Philpot C., et al. The orbital-hub: low cost platform for human spaceflight after ISS. *67th Int. Astronautical Cong.*, 2016.  
URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/132841041.pdf> (дата обращения: 15.04.2019).
- [3] Микрин Е.А. Перспективы развития отечественной пилотируемой космонавтики (К 110-летию со дня рождения С.П. Королёва). *Космическая техника и технологии*, 2017, № 1, с. 5–11.
- [4] Легостаев В.П., Лопота В.А., ред. Луна — шаг к технологиям освоения Солнечной системы. М., Энергия, 2011.
- [5] Crusan J. Future human exploration planning: Lunar Orbital Platform-Gateway and science workshop findings. *nasa.gov: веб-сайт*.  
URL: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/20180327-crusan-nac-heoc-v8.pdf> (дата обращения: 15.04.2019).
- [6] Wall M. NASA plans to build a moon-orbiting space station: here's what you should know. *space.com: веб-сайт*.  
URL: <https://www.space.com/41763-nasa-lunar-orbiting-platform-gateway-basics.html> (дата обращения: 15.04.2019).
- [7] Bakhvalov Y.O., Pougachenko S.E., Shaevich S.K. Usage of low earth stations logistics experience for lunar inhabited settlements. *62nd Int. Astronautical Cong.*, 2011.  
URL: <https://iafastro.directory/iac/paper/id/10960/abstract-pdf/IAC-11,B3,7,1,x10960.brief.pdf?2011-08-16.12:04:56> (дата обращения: 15.04.2019).
- [8] Бахвалов Ю.О., Пугаченко С.Е., Лангуев А.А. и др. Некоторые результаты исследований пилотируемых космических комплексов с помощью учебно-исследовательского компьютерного стенда. *Тр. XLVI чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского*. Казань, Центр Оперативной Печати, 2012, с. 178–187.
- [9] Пугаченко С.Е. Моделирование пилотируемых ракетно-космических систем. *IX Международный аэрокосмический конгресс*. М., МАТИ, 2018, с. 80–91.
- [10] Коротеев А.С., ред. Пилотируемая экспедиция на Марс. М., Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского, 2006.

**Пугаченко Сергей Евгеньевич** — канд. техн. наук, главный конструктор космических комплексов АО «ГКНПЦ имени М.В. Хруничева» (Российская Федерация, 121309, Москва, Новозаводская ул., д. 18); доцент кафедры «Ракеты-носители и космические аппараты» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

**Козедуб Даниил Александрович** — студент кафедры «Ракеты-носители и космические аппараты» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

**Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Пугаченко С.Е., Козедуб Д.А. Исследование режимов обслуживания экипажем окололунной орбитальной станции-космопорта. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2019, № 4, с. 31–43.

DOI: 10.18698/0236-3941-2019-4-31-43

**INVESTIGATING CREW MAINTENANCE MODES  
FOR A LUNAR ORBITAL SPACEPORT STATION**

S.E. Pugachenko<sup>1,2</sup>

spugachenko@gmail.com

D.A. Kozedub<sup>2</sup>

den.x.14@gmail.com

<sup>1</sup> **Khrunichev State Research and Production Space Center,  
Moscow, Russian Federation**

<sup>2</sup> **Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation**

---

**Abstract**

The investigation concerned a methodological approach to selecting crew maintenance modes for a lunar orbital spaceport station and sought to detect the most efficient mode. We assumed the orbital station characteristics to be close to those of the Lunar Orbital Platform-Gateway project that is currently scheduled in the USA. Using such a station as a base for assembling an interplanetary mission system is part of developing manned astronautics. We utilised systems analysis to conduct our investigation. We developed a mathematical model of the lunar space infrastructure, including the orbital station, transportation vehicles and launch vehicles. We assume a dual launch mission profile where a space tug attaches to a spacecraft or module in a low Earth orbit for a subsequent lunar transfer. We obtained program costs as a function of average launch frequency of the interplanetary mission system modules for two crew maintenance options. We determined a feasible range of average delivery frequency for interplanetary mission system modules, leading to long-term stay being preferable for manned missions while a system like this is being deployed

**Keywords**

*Lunar orbital station, interplanetary mission system, lunar infrastructure simulation, crew maintenance mode, crew time, transportation vehicle, space tug*

Received 18.12.2018

© Author(s), 2019

## REFERENCES

- [1] Cohen M. Space laboratories. *SAE Tech. Pap.*, 2001, no. 2001-01-2142. DOI: 10.4271/2001-01-2142
- [2] Romberg O., Quantius D., Philpot C., et al. The orbital-hub: low cost platform for human spaceflight after ISS. *67th Int. Astronautical Cong.*, 2016. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/132841041.pdf> (accessed: 15.04.2019).
- [3] Mikrin E.A. Outlook for our country's manned spaceflight development (to mark the 110th anniversary of S.P. Korolev). *Kosmicheskaya tekhnika i tekhnologii* [Space Technique and Technologies], 2017, no. 1, pp. 5–11 (in Russ.).
- [4] Legostaev V.P., Lopota V.A., eds. Luna — shag k tekhnologiyam osvoeniya Solnechnoy sistemy [The Moon — a step to the reclamation of Solar system]. Moscow, Energiya Publ., 2011.
- [5] Crusan J. Future human exploration planning: Lunar Orbital Platform-Gateway and science workshop findings. *nasa.gov: website*. Available at: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/20180327-crusan-nac-heoc-v8.pdf> (accessed: 15.04.2019).
- [6] Wall M. NASA plans to build a moon-orbiting space station: here's what you should know. *Space.com: website*. Available at: <https://www.space.com/41763-nasa-lunar-orbiting-platform-gateway-basics.html> (accessed: 15.04.2019).
- [7] Bakhvalov Y.O., Pougachenko S.E., Shaevich S.K. Usage of low earth stations logistics experience for lunar inhabited settlements. *62nd Int. Astronautical Cong.*, 2011. Available at: <https://iafastro.directory/iac/paper/id/10960/abstract-pdf/IAC-11,B3,7,1,x10960.brief.pdf?2011-08-16.12:04:56> (accessed: 15.04.2019).
- [8] Bakhvalov Yu.O., Pugachenko S.E., Languiev A.A., et al. [Some results of study on manned spacecraft by means of training and research computer benchmark]. *Tr. XLVI chteniy, posvyashchennykh razrabotke nauchnogo naslediya i razvitiyu idey K.E. Tsiolkovskogo* [Proc. XLVI Readings, dedicated to development of scientific heritage and ideas of K.E. Tsiolkovsky]. Kazan, Tsentr Operativnoy Pechati Publ., 2012, pp. 178–187 (in Russ.).
- [9] Pugachenko S.E. [Modelling of manned rocket-space systems]. *IX Mezhdunarodnyy aerokosmicheskii kongress* [IX Int. Aerospace Congress]. Moscow, MATI Publ., 2018, pp. 80–91 (in Russ.).
- [10] Koroteev A.S., ed. Pilotiruemaya ekspeditsiya na Mars [Manned expedition to Mars]. Moscow, Rossiyskaya akademiya kosmonavtiki im. K.E. Tsiolkovskogo Publ., 2006.


**Pugachenko S.E.** — Cand. Sc. (Eng.), Spacecrafts Maiw Designer, Khronichev State Research and Production Space Center (Novozavodskaya ul. 18, Moscow, 121309 Russian Federation); Assoc. Professor, Department of Spacecraft and Launch Vehicles, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, str. 1, Moscow, 105005 Russian Federation).

**Kozedub D.A.** — Student, Department of Spacecraft and Launch Vehicles, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, str. 1, Moscow, 105005 Russian Federation).

**Please cite this article in English as:**

Pugachenko S.E., Kozedub D.A. Investigating crew maintenance modes for a lunar orbital spaceport station. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Mechanical Engineering*, 2019, no. 4, pp. 31–43 (in Russ.).

DOI: 10.18698/0236-3941-2019-4-31-43



В Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана  
вышло в свет учебное пособие автора  
**Ю.Г. Драгунова**

**«Обеспечение прочности и ресурса  
реакторных установок с водо-водяными  
энергетическими реакторами»**

Изложены подходы к обоснованию безопасности реакторных установок с водо-водяными энергетическими реакторами, в частности прочности оборудования, с учетом нагрузок и изменений свойств материалов в условиях нормальной эксплуатации и при авариях. Рассмотрены вопросы управления ресурсом критических элементов оборудования реакторных установок с водо-водяными энергетическими реакторами. Пособие адресовано студентам специальности «Ядерные реакторы и материалы», может быть полезно для студентов и аспирантов, обучающихся по направлению подготовки «Ядерная энергетика и технологии», а также специалистов, работающих в области создания оборудования для ядерной индустрии.

**По вопросам приобретения обращайтесь:**  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
+7 (499) 263-60-45  
press@bmstu.ru  
<http://baumanpress.ru>