



ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

Д. Н. Уваров*,¹

¹*Геофизический центр Российской академии наук, Москва, Россия*

Статья составлена на основе докладов, которые были представлены на Общем собрании РАН 2021 года, посвященному 60-летию пилотируемой космонавтики. Автор статьи приглашает коллег к разговору о проблемах отечественной космической отрасли. Выделены три основных проблемы российской науки: недостаточное финансирование, отсталая инфраструктура, сокращение кадрового потенциала. Высказывается точка зрения, что научное освоение космоса должно являться приоритетом развития космической отрасли России. В условиях современных геополитических, научных и технических вызовов именно научное освоение космоса должно стать основным направлением российской космонавтики. В статье приводится сравнительный анализ запусков России, США и других ведущих космических держав. Рассматриваются причины успехов и неудач, основные проблемы и планы на будущее. Поднимаются актуальные вопросы о том, в каком направлении движется Российская космонавтика, каковы её приоритеты и удастся ли современной России не только сохранить, но и прумножить весь опыт и достижения советской космонавтики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: российская космонавтика, РАН, запуски, научный космос, ИСЗ, федеральная космическая программа.

ВВЕДЕНИЕ

Освоение космоса стало для человечества глобальной мечтой с самого начала его изучения. Мечтой далекой, но в то же время близкой, почти осязаемой. Про космические путешествия, переселение людей на Марс, полёты к далёким звёздам, колониям, планетам, писали книги, снимали фильмы, сочиняли песни.

История медленного, но уверенного движения человечества к звездам началась в 30-е и 40-е годы прошлого века с теоретического обоснования возможности реактивного движения и создания ракет, способных нести полезную нагрузку. Затем, в 40-е и 50-е, началась разработка первых искусственных спутников Земли (ИСЗ). Первый ИСЗ запустил СССР в 1957 году, получивший название Спутник-1. В конце 50-х и в 60-е были произведены первые запуски с живым существом на борту (первый – Лайка в 1957 году). В это же время в космос ступил и первый человек, которым стал Юрий Гагарин в 1961 году. А в 1969 году Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны.

НАСЛЕДИЕ СССР. СТАНЦИИ «МИР» И МКС

Первый спутник, первые живые существа в космосе, первый полёт человека в космос, первый выход в открытый космос, первый запуск аппарата, достигшего Луны, первая межпланетная станция, достигшей Венеры, первые долговременные орбитальные станции – всё это достижения СССР. Российскую космонавтику можно было бы сравнить с далеким бедным родственником советского первопроходца, изобретателя, испытателя.

Одним из таких первопроходцев стал проект первой многомодульной околоземной космической станции «Мир» (рис. 1). Она находилась на орбите 15 лет, с 1986 по 2001 год. На борту «Мира» было проведено более 23 000 экспериментов, которые внесли свой вклад в различные научные области – от астрофизики до геологии и материаловедения до наук о жизни.

Первое и самое важное наследие «Мира» – это Международная космическая станция (МКС), которая использовала совместный опыт, полученный НАСА и Роскосмосом. МКС это вне сомнений самый сложный и самый большой космический объект из когда-либо построенных международным космическим сообществом [Graham, 2021].

*Контакт: d.uvarov@gcras.ru

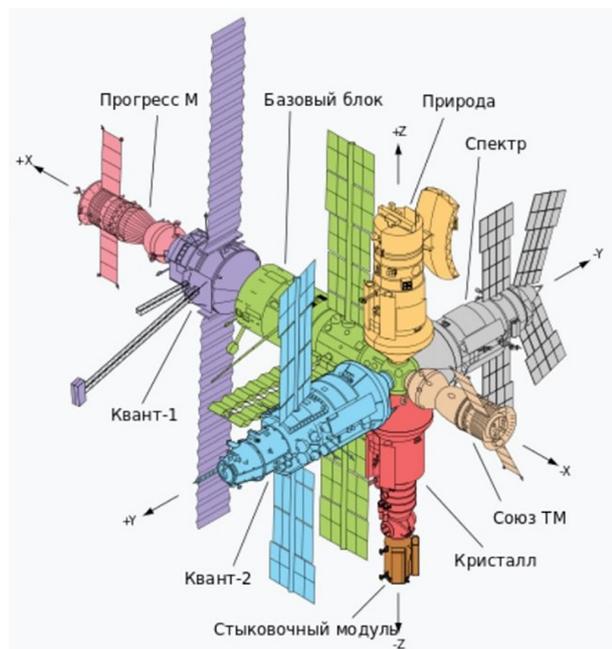


Рис. 1: Схема станции «Мир» с пристыкованными модулями (Википедия)

Общий объем вложенных в МКС средств по самым скромным подсчетам составляет 150 миллиардов долларов.

Как и «Мир», Международная космическая станция имеет модульную структуру, при этом большинство модулей российского сегмента запускаются на ракетах «Протон» и «Союз», в то время как большая часть американских и зарубежных компонентов доставлялась американским многоразовым транспортным космическим кораблем «Спейс шаттл» (Space Shuttle) [Graham, 2021].

Но достижения российской космонавтики не заканчиваются на «Мире» и МКС. При этом сегодня, в эпоху глобализации, говоря о российской космонавтике, нельзя рассматривать её успехи в отрыве от остальных лидеров космической отрасли. Сравнивая с другими странами, можно с уверенностью сказать, что достижениями СССР и по сей день пользуются в той или иной мере практически все развитые страны на нашей планете.

Так, например, НАСА (Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США) совместно с другими странами планирует построить в течение следующих десяти лет Lunar Gateway – международную обитаемую окололунную станцию. На его строительство уже было выделено 332 миллиона долларов [Graham, 2021].

Примечательно то, что Lunar Gateway будет использовать модульную конструкцию, впервые

разработанную и испытанную на станции «Мир», для поддержки длительных миссий с астронавтами на лунной орбите.

НАСА и ЕКА тоже не стоят на месте. Для Lunar Gateway уже спроектирован модуль Европейской системы обеспечения инфраструктуры заправки топливом и телекоммуникаций (ESPIRIT), а сами коммуникационные технологии на лунной орбите обеспечит другой проект ЕКА – Lunar Pathfinder. Он будет включать в себя оборудование для наблюдения «космической погоды» по определению характеристик окололунной среды для будущих орбитальных аппаратов.

С Lunar Pathfinder связан другой передовой проект ЕКА – Moonlight. Целая сеть спутников будет размещена на орбите Луны в течение следующих четырех-пяти лет с целью обеспечения надёжной телекоммуникационной сети. Европейское космическое агентство получит технико-экономическое обоснование проекта уже в следующем 2022 году.

Не отстает и Китай. В 2018 году он запустил аналогичный ретранслятор Queqiao для выполнения миссии Chang'e 4 на обратной стороне Луны.

Примечательно то, что все вышеперечисленные проекты стоят на плечах «Мира» и Международной космической станции, разработанных в конце прошлого века нашими соотечественниками.

На сегодняшний день ученому сообществу актуально знать, в каком направлении движется Российская космонавтика? Каковы её приоритеты? Россия тоже стремится осваивать Луну. Но насколько хорошо у нас это получается? Удастся ли России не только сохранить, но и преумножить весь опыт и достижения советской космонавтики, которые были воплощены в «Мире» и МКС?

Начало 2000-х

В начале 21-го века российские ракеты занимали до половины мирового космического рынка. Это было обусловлено относительно низкой стоимостью «Протонов», «Союзов», «Днепров» и «Роконов», низкой оплатой труда российских специалистов и также благодаря тому, что советское государство уже покрыло к тому времени часть капитальных расходов. Конкуренцию могла составить ракета «Зенит», производимая на Украине.

Со временем в мире усиливается тренд на увеличение пилотируемых запусков и запусков гражданских спутников прикладного назначения. Связано это с тем, что с середины 2000-х финансирование подобных запусков возрастает, а военная гонка между Западом и Востоком идет на спад. Всего в мировой космической индустрии количество запусков военных спутников в 2010-х годах

было меньше, чем в первой половине 2000-х [Чернова, 2016].

С начала 2001 года в России возобновилась активная работа по развертыванию глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) ГЛОНАСС. К сентябрю 2010 года система ГЛОНАСС насчитывала 27 спутников на орбите и являлась сопоставимой с американской системой GPS. С 2010 года группировка спутников обеспечивает полное покрытие Земли.

2010-Е ГОДЫ

В последние 10 лет Россия утратила прежние позиции на рынке коммерческих запусков. Конверсионный российско-украинский «Днепр», запущенный в рамках договора СНВ-1 по программе ликвидации межконтинентальных баллистических ракет, не имел аналогов по стоимости. Он был закрыт в 2015 году по инициативе Роскосмоса. «Днепры» запускались из России с космодрома «Байконур» и с космодрома «Ясный».

В то же время с декабря 2010 года по май 2015 года ситуацию омрачила череда аварий, связанных с ракетой «Протон-М».

Серия аварий «Протон-М» стала своеобразным импульсом для дальнейшей серьёзной перестройки российской космической индустрии и имела множество далеко идущих последствий.

Ещё больше усугубило ситуацию в то время ухудшение отношений России и США. В условиях санкционного давления и ухудшившихся международных отношений сотрудничество между Россией и Украиной по «Зенитам» и «Днепрам» в 2014 году было остановлено. Шли обсуждения запрета на ввоз американской электроники в Россию, в том числе в составе готовых спутников. К счастью, данного сценария удалось избежать, но от утраты доверия со стороны коммерческих заказчиков и от роста страховых ставок российской космонавтике уйти не удалось.

Трудности, с которыми России пришлось столкнуться в это время, совпали с выходом на рынок амбициозной американской компании SpaceX, принадлежащей Илону Маску. Многоэтажные ракеты SpaceX не имеют аналогов в мире на сегодняшний день и стали более дешевой альтернативой российским пускам. В результате монополия России на запуски к МКС была утрачена и в 2020 году состоялся последний совместный полет на МКС. От сотрудничества с американцами в сфере запусков на МКС российская космонавтика получала от 20 млн долларов до 90 млн долларов за одно посадочное место. Положительным моментом в данной ситуации безусловно является то, что программа МКС наконец сможет преодолеть

ограничения по численности экипажа, возникшие из-за малой вместимости корабля «Союз». Соответственно научная и технологическая программа исследований на станции будет расширена.

Несмотря на все недавние внешнеполитические удары, большинство российских ученых и специалистов в космической области проявляют сдержанный оптимизм. «Сегодня не самый лучший день говорить о международном сотрудничестве, но даже в самые тяжелые времена для международных отношений, как например в 1962-1963 годах, когда состоялись переговоры Джона Кеннеди с Никитой Хрущевым о совместной работе по программе пилотируемых полетов на Луну, космос и наука оставались дорогой научной дипломатии» – такой пример привел на общем заседании РАН академик РАН, научный руководитель ИКИ РАН Л. М. Зеленый [Зеленый и др., 2020].

АНАЛИЗ ЗАПУСКОВ С 2011 ПО 2020 ГОД

Проводя сравнительный анализ запусков, разделим рассматриваемый период на две части: первая часть – с 2011 по 2015 год, вторая – с 2015 по 2020 год.

Примечания:

- «Морской старт», как международный проект, не учтен в национальной статистике какой-либо из стран,
- Запуски РН «Союз» с космодрома ЕКА «Курю» учтены в национальной статистике России,
- График не включает в себя суборбитальные запуски.

2011–2015-Е ГОДЫ

Сравнивая количество запусков космических аппаратов США и РФ (рис. 2), необходимо отметить, что Россия сильно опережает США по количеству запусков. Первая половина рассматриваемого периода выглядит для России очень успешной.

Россия совершила 157 успешных запусков и 11 неуспешных, процент успешности запусков – 93,5%, США совершили 93 успешных запуска и 5 неуспешных, процент успешности запусков – 94,9%. В целом за исследуемый период Россия опередила США по общему количеству запусков почти в два раза. В процентном соотношении успешность запусков данных стран приблизительно одинакова.

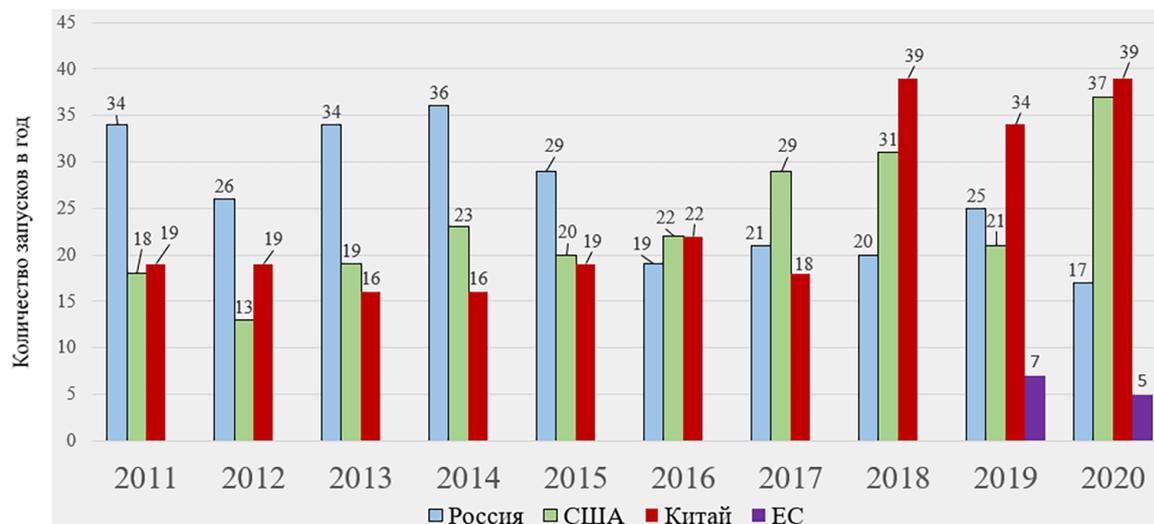


Рис. 2: Сравнительный график общего числа космических запусков в год для России, США, Китая и Европейского союза. Данные о запусках взяты из Википедии

8 декабря 2015 года на земной орбите находилось 1306 действующих космических аппаратов. Большая часть из них (399) принадлежит США, в них доля коммерческих, правительственных и военных спутников приблизительно равна, хотя коммерческие спутники преобладают [Чернова, 2016].

Количество российских спутников в три раза меньше – их 118 штук, более половины военные, около трети – коммерческие, оставшиеся 14% спутников приходятся на правительственные и гражданские.

Можно заключить, что в российском секторе спутников есть внушительный перевес в сторону военной отрасли, в последние годы наращивается количество спутников, в то время как у США относительно пропорционально развита как военная, научная, так и коммерческая космическая спутниковая инфраструктура, причем количество запускаемых спутников стабильно.

Россия опережает США по динамике запусков космических аппаратов транспортной направленности и по динамике запуска космонавтов. В то же время США лидирует по запуску автоматических спутников, межпланетных аппаратов, общему штату космонавтов и финансированию. США имеют преимущество в развитии исследований космического пространства, а Россия – больше предоставляет инструменты для его освоения, чем пытается осваивать его сама. Россия больше специализируется на доставке в космос, а США – на научных исследованиях космического пространства [Чернова, 2016].

2015–2020-е годы

Период с 2015 по 2016 год является в некотором роде переломным в космической сфере. В 2016 году Россия впервые за 13 лет уступила первенство по количеству ракетных запусков. В августе 2017 года «Роскосмос» оказался обойден всего одной американской компанией – SpaceX. Как видно на графике количество успешных запусков России продолжает падать и только в 2019 году тренд меняется в противоположную сторону, а затем снова падает – с 25 до 17 запусков в год. В этот же период наблюдается стремительный рост доли Китая в мировых космических запусках. Если исключить значения числа запусков 2017 года, который был трудным для Китая во многих отношениях, в том числе и экономических, что и нашло отражение в сокращении космических запусков, то можно с уверенностью сказать, что с 2014 по 2020 год в Китае наблюдается уверенный стабильный рост запусков с максимумом в 39 успешных выводов на орбиту в 2020 году. Процент успешности запусков почти не меняется и составляет примерно 95%.

Общая динамика во второй части рассматриваемого периода стремится к картине обратной первого периода. Россия постепенно сдает позиции, США и Китай вырываются вперед, и борьба за лидерство уже идет не между Россией и США, а между США и Китаем. В общем тренде Россия отстает не сильно, но если 2020 год задаст тенденцию неблагоприятными событиями и задержками на будущее, то отрыв США и Китая от России может увеличиться как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективах.

В целом обзор запусков показывает, что в пе-

риод с 2016 по 2019 год Россия даже увеличивает свое присутствие в космосе, но только в гражданской его части. Заметный провал виден в коммерческой деятельности.

В это время в нашей стране возникли две основные проблемы, не характерные для космической отрасли России: запуски научных аппаратов были единичны, возросло число аварий.

Рассмотрим 2020 год подробнее. Вопреки известным глобальным проблемам пусковая программа 2020 года является одной из лучших за последние 20 лет: 114 попыток орбитального запуска от восьми стран. Впереди двое: США (44 запуска при четырех авариях) и Китай (39 запусков при четырех авариях). На третьем месте Россия с 17 запусками без аварий. Даже Иран и Израиль совершили несколько удачных запусков.

В 2020 году после шестилетнего перерыва в России состоялся важный запуск. Были возобновлены летные испытания ракеты следующего поколения «Ангара». Запуск состоялся с космодрома Плесецк. Запуск является третьим полетом ракеты «Ангара», и вторым испытанием самой тяжелой конфигурации «Ангара-5».

«Ангара» была разработана в качестве замены ракете «Протон», которая до сих пор используется для доставки самых тяжелых спутников России в космос и для обеспечения доступа к геостационарной орбите и является основным «ракетным двигателем» современной российской космонавтики. Это важный успех нашей отрасли. Он дает надежду на увеличение числа запусков (особенно успешных).

Запуски к Венере были одним из главных проектов, над которыми активно работали в 2020-м году. Разработка межпланетной автоматической станции «Венера-Д», которую планируют отправить на вторую от Солнца планету в 2029 году, началась год назад и активно ведется сегодня.

Главным мировым вызовом сегодня являются низкоорбитальные многоспутниковые космические системы, такие как OneWeb, Starlink.

Значительное число планируемых запусков в России в период с 2020 по 2021 год связано с системой «Марафон» – отечественным аналогом Starlink. В рамках космической программы РФ до 2030 года в подпрограмме «Сфера» соответствующий проект космической системы уже выполнен. Старт проекта в 2021 году, а его развертывание намечено на 2024–2026 года. «Марафон» представляю собой многоспутниковую систему из 264 космических аппаратов, весом до 50 кг [Тестоедов и Карутин, 2020].

2020 год также ознаменовался выходом в бесспорные лидеры частично многоразовой ракеты-носителя тяжёлого класса Falcon 9. По числу за-

пусков, по общему весу полезных нагрузок, по количеству выведенных спутников на орбиту, по успеху пилотируемой программы SpaceX обеспечили себе лидерство и всё благодаря Falcon 9. Это крайне воодушевляющее событие должно стать отличным примером не только для российской космонавтики, но и сигналом для всего мира – начинается новая «золотая эра» в освоении космоса. Главное, что задел у Российских специалистов для достижения схожих успехов есть, как и опыт, знания, мотивация. Осталось только реализовать задуманное.

Год выдался богатым в том числе и в плане освоения Марса. Четыре автоматических межпланетных станций отправились к красной планете. Причем две – от Китая и ОАЭ. Для Объединенных Арабских Эмиратов и арабского мира в целом автоматической межпланетной станции (АМС) «Аль-Амаль» стал первым марсианским спутником. Третьей станцией стала индийская АМС «Магальян».

Необходимо упомянуть, что на американских ракетах «Атлас III» и «Атлас V» устанавливался ракетный двигатель РД-180 российского производства. Всего за 20 лет с момента первого запуска РН «Атлас» в США было поставлено 116 двигателей РД-180, состоялось 92 пуски и все они были успешными.

ПРИОРИТЕТЫ РОССИИ

Последние несколько лет безусловно были богаты на события в области космонавтики. В свете вышеописанных событий и факторов встает логичный вопрос – каковы основные приоритеты российской космонавтики на сегодняшний день?

Согласно Федеральной космической программе России на 2016–2025 годы [ФКП, 2016] на первом месте стоит «обеспечение государственных интересов в космосе». Основными направлениями являются:

- Выполнение заказов Минобороны,
- Запуски в интересах народного хозяйства и аппараты гражданского назначения, а именно – спутники дистанционного зондирования Земли, научные спутники, спутники связи и навигации.

Также отдельным пунктом выделяется «деятельность, связанная с осуществлением пилотируемых полетов, включая создание научно-технического задела для осуществления проектов в рамках международной кооперации».

В программе выделено два этапа:

На первом этапе (2016–2020 годы)

- наращивание орбитальной группировки космических аппаратов социально-экономического и научного назначения до минимально необходимого состава,
- модернизация и техническое перевооружение в минимально необходимом объеме производственно-технологической и экспериментальной баз ракетно-космической отрасли, позволяющих создавать ракетно-космическую технику мирового уровня.

На втором этапе (2021–2025 годы)

- поддержание минимально необходимого состава орбитальной группировки космических аппаратов,
- частичное переоснащение ее космическими аппаратами нового поколения с характеристиками, соответствующими или превышающими характеристики лучших мировых аналогов,
- опережающее создание отдельных ключевых технологий, элементов и целевых приборов для наиболее приоритетных космических комплексов, разработка которых ожидается после 2025 года.

Что же из этой программы было уже реализовано? Какие проблемы и задачи стоят перед космической отраслью России?

ПРОГНОЗ НА БУДУЩЕЕ

В межпланетных планах России с начала двухтысячных годов можно проследить четыре главных направления: лунная программа, сотрудничество с ЕКА по проекту ExoMars, большие космические телескопы и малые научные аппараты [*Симпозиум, 2013*].

Сначала рассмотрим три категории: пилотируемые программы на орбите Земли (модули ОС, пилотируемые и грузовые миссии), полеты на Луну (беспилотные и пилотируемые), полеты на Марс (беспилотные).

Вся пилотируемая космонавтика на орбите Земли связана с существующей (МКС) и будущей (китайской) орбитальными станциями [*Brycotech, 2020; 2021*]. Запуск новых модулей для МКС (Роскосмос и Axiom) будет продолжаться до 2024 года. Также стоит ожидать отправки новых модулей для китайской орбитальной станции (строительство началось в 2021 году).

Американская программа пилотируемых полетов определяется программой работы МКС. По программе МКС на станции планируется постоянная работа четырех постоянных членов экспедиции по шесть месяцев. Для этого требуется запуск двух пилотируемых миссий (по 4 астронавта) и четырех грузовых кораблей в год. Планируется шесть грузовых миссий японского корабля HTV (за десять лет). Планируется создание частной орбитальной станции (в составе МКС на первом этапе). Планируется выведение трех модулей.

Итого, согласно прогнозам [*Brycotech, 2021*] ожидается запуск трех новых орбитальных модулей, 80 пилотируемых и грузовых миссий, более 100 астронавтов отправятся в космос.

Пилотируемые полеты на новых кораблях Crew Dragon и Starliner будут продолжаться. Cargo Dragon (модификация Crew Dragon), Cygnus и Dream Chaser должны будут совершить несколько грузовых миссий. Будет выполнено 46 пилотируемых и грузовых миссий, около 80 космонавтов выйдут на орбиту.

Открывает 2021 год успешный запуск модуля «Наука». К моменту публикации статьи МЛМ-У «Наука» был выведен на орбиту и 29 июля 2021 года он успешно пристыковался к российскому сегменту МКС. На модуле планируется проведение 12 экспериментов по изучению Земли, космоса, живых организмов, получению новых материалов и отработке перспективных технологий.

Российская программа пилотируемых полетов на орбиту Земли по-прежнему тесно связана с МКС. Постоянный состав будет увеличен до числа трех космонавтов, длительностью пребывания по шесть месяцев. По реалистичным прогнозам, ожидается две пилотируемые миссии и две грузовые миссии в год. Полеты будут осуществлять пилотируемый корабль «Союз» и грузовой «Прогресс». Прогнозируется, что с 25-го года начнутся первые полеты на новом пилотируемом корабле «Орел». Западные эксперты отмечают, что российская пилотируемая программа (МКС) на ближайшие десять лет сравнима по объему и интенсивности с американской.

Потенциально способен кардинально изменить ситуацию амбициозный и революционный проект Starship. Более 100 тонн полезной нагрузки на НОО или 100 человек на борту, оставаясь при этом полностью многоразовым. По задумке, корабль должен будет доставить людей на Луну, а затем и на Марс. Запустить Starship планируют до конца 2021 года.

В настоящее время марсоход НАСА Perseverance (с первым внеземным летательным аппаратом-коптером Ingenuity на борту) занимается сбором образцов марсианской поверх-

ности. Ожидается по крайней мере две миссии на красную планету, которые доставят образцы на Землю. Запуск ожидается после 2026 года.

Всего планируется пять беспилотных научных миссий к Луне и три пилотируемых полета с посадкой на поверхность в 2029 году.

Говоря о Луне, эксперты опираются на программу Artemis. Несмотря на то, что большинство космических держав проявляют заинтересованность в исследовании и освоении Луны, каждая страна демонстрирует возможности и вовлеченность в различной степени. Ожидается, что США сохранит и преумножит свои успехи в новой «лунной гонке», а большинство остальных лунных миссий остальных стран мира будут работать в кооперации с Artemis или будут попросту в неё встроены с возможной последующей реорганизацией в нечто более комплексное.

Российских ученых воодушевляет успех наших западных коллег. Российские исследователи видят высокий потенциал будущих вложений в космос. Академик РАН В. Г. Бондур отметил [Бондур и Хартов, 2020], что «космический сектор наиболее восприимчив к инновациям и требует последних достижений фундаментальной и поисковой науки».

В 2021 году академик Зеленый подтвердил [Зеленый и др., 2020], что первым этапом российской лунной программы остается Луна-25, 26, 27, 28 (рис. 3). По сути России предстоит вернуться к освоению Луны по этой программе спустя 45 лет, ведь запуск Луны-24 состоялся в 1976 году. Российские ученые обеспокоены в том числе и вопросами космического права, так как все страны космического клуба планируют свои экспедиции на Луну. Окончательного решения с юридической позиции России в данный момент нет. Принятие такого решения зависит от планов российского научного сообщества. Академик Зеленый высказал опасения, что Россия может остаться в стороне и череда освоенческих экспедиций пройдет мимо нас.

Если успешный запуск и посадка Луны-25 состоятся в 2021 году, то Россия станет первой страной, которая получит образцы реголита с полюса Луны, где были обнаружены хранилища воды.

В успехе российской программы заинтересованы также и в ЕС. Руководитель планетных программ ЕКА Альваро Хименес (Alvaro Gimenez) ещё в 2013 году выражал свою крайнюю заинтересованность российскими планами по доставке лунного грунта [Симпозиум, 2013].

По его словам, Европейскому космическому агентству «особенно интересен российский проект по возврату реголита из полярных областей Луны». В 2015 году его сменил Йохан-Дитрих Вёр-

нер, который подтвердил в 2020 году заинтересованность ЕКА в международном сотрудничестве при освоении Луны: «Хорошо, что тема космоса наводит мосты между земными границами. Важно работать вместе на благо человечества», – отметил Вёрнер. В связи с этим, российские ученые не теряют надежды на развитие двусторонних научных отношений между Россией и ЕКА.

В условиях обострения международной обстановки, как никогда возрастает роль РАН в налаживании отношений с Западом, роль научной дипломатии. Касаясь этой темы, президент РАН, академик А. М. Сергеев в ходе Общего собрания РАН сказал [Сергеев, 2020], что «космическое сотрудничество между странами – залог сохранения мирной обстановки в мире».

Россия продолжает работать с европейскими партнерами по «марсианской» программе. Первый пуск АМС в рамках проекта ExoMars состоялся в 2016 г., а запуск ExoMars-2022 по-прежнему запланирован на 2022 год. Ракета «Протон» с РБ «Бриз-М» должна будет отправить в сторону красной планеты АМС с тяжелым (300 кг) европейским марсоходом. При этом как перелетный, так и десантный модули создаются в НПО имени Лавочкина [Симпозиум, 2013].

Проектом ExoMars российская марсианская программа не ограничивается. Специалисты НПО имени Лавочкина завершили аванпроект космического комплекса «Бумеранг» в 2020 году. Основной задачей комплекса является доставка образцов грунта со спутника Марса. Запуск запланирован на 2026 год.

Помимо марсианской и лунной программ, в соответствии с Российской федеральной космической программой 2016–2025 [ФКП, 2016] успешно идет развитие менее известной программы – российской орбитальной группировки ДЗЗ.

Академик РАН В. Г. Бондур доложил [Бондур и Хартов, 2020] о следующем плане запусков до 2025 года:

КА гидрометеорологического назначения – В 2021 году: Метеор-М 2-3, Арктика-М 1, Ионосфера-1, 2. В 2022 году: Метеор-М 2-4, Электро-П4, Ионосфера-3, 4. В 2023: Арктика-М 2, Электро-П5. 2024 год: Арктика-М 3. 2025: Арктика-М 4, 5, Метеор-М 2-5, 2-6. Всего будет запущено 15 аппаратов.

КА природоресурсного назначения и оперативного мониторинга ЧС – 2021: Ресурс-П 4, 5, Обзор-Р 1, Кондор-ФКА 1. 2022: Кондор-ФКА 2. 2023: Ресурс-ПМ 1, Аист-2Е 1, 2. 2024: Ресурс-ПМ 2. 2025: Ресурс-ПМ 3, Кондор-ФКА-М 1, Канопус-ВО 1, 2. Всего 13 аппаратов.

Итого в течение пяти лет планируется запустить 28 спутников ДЗЗ.



Рис. 3: Первый этап Российской лунной программы [Зеленый и др., 2020].

Основным вкладом нашей страны в создание многоспутниковой системы на базе созвездия малых космических аппаратов является проект «Сфера» [Бондур и Харттов, 2020], который будет запущен в 2030 году: Беркут-РЛ, Беркут-О, Беркут-ВД. Также в данный момент ведется развитие ЕТРИС ДЗЗ – Единой территориально-распределительной информационной системы дистанционного зондирования. Она представляет из себя совокупность наземных центров приема, сбора, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ в целях обеспечения потребителей данными для решения социально-экономических и научных задач.

Также в качестве перспективных разрабатываемых комплексов академик Бондур отметил [Бондур и Харттов, 2020] космический ядерный буксир «Зевс». Он будет предназначен для полетов к другим планетам Солнечной системы, а также к естественному спутнику Земли – к Луне. К числу выполняемых задач относятся обеспечение связи, вещание и ретрансляция, межорбитальная транспортировка грузов, доставка грузов к Луне. Создание элементов буксира на основе транспортно-энергетического модуля с ядерной энергоустановкой мегаваттного класса ведется в России с 2010 года. В 2019-м на Международном авиакосмическом салоне МАКС впервые представили его макет, а на форуме «Армия-2020» – трехмерную графику его работы в космосе.

На сегодняшний день российские ученые считают телекоммуникационные (спутники связи, телевидения и др.), навигационные системы (ГЛОНАСС, BEIDOU, Galileo) и системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) наиболее перспективными сферами космической деятельности [Бондур и Харттов, 2020]. Они вызвали технологический прорыв во многих областях и вносят большой вклад в экономику развитых стран.

ДЗЗ – бурно развивающаяся область космической деятельности, обеспечивающая получение важной информации в интересах различных отраслей экономики, охраны окружающей среды, предупреждения чрезвычайных ситуаций, а также науки.

«Этот сектор космической деятельности наиболее восприимчив к инновациям и требует использования самых последних достижений фундаментальной и прикладной науки» – подчеркнул В. Г. Бондур на Общем заседании РАН в 2021 году [Бондур и Харттов, 2020].

Россия также может похвастаться долгожданным запуском рентгеновской астрофизической обсерватории «Спектр-РГ», который состоялся в 2020 году в рамках международной программы «Радиоастрон». Международный проект «Радиоастрон» – это уникальная по своим масштабам и сложности программа Роскосмоса, Российской Академии наук (Астрофизический центр Физического института им. П. Н. Лебедева, Институт

космических исследований РАН) и международной кооперации, нацеленная на изучение Вселенной в радиодиапазоне длин волн.

В том же году российскими учеными была построена [Сюняев, 2020] шестисоставная схема коррекций «Спектр-РГ», обеспечивающая удержание на квазипериодической орбите в районе коллинеарной точки либрации L2 системы Солнце-Земля. Сформированная геометрия орбиты при минимальных энергозатратах обеспечивает долгосрочную видимость аппарата с отечественных станций слежения. Было обеспечено получение принципиально новых данных телескопам АКТ-ХС и eROSITA, установленным на борту «Спектр-РГ».

В рамках международного сотрудничества также готовятся к запуску КА «Спектр-УФ» и «Спектр-М».

Остро стоят вопросы научного кадрового потенциала России. На этом акцентировал внимание главный учёный секретарь президиума РАН, академик Н. К. Долгушкин [Долгушкин, 2020] во время своего выступления на Общем собрании РАН.

«Тема болезненная, актуальная, острая. Россия сегодня является единственной из развитых стран, где несколько десятилетий подряд идет сокращение числа ученых, занятых в исследовательской сфере», – сказал Николай Долгушкин.

В 1990 году РФ занимала первое место в мире по числу исследователей. С того года этот показатель снизился с 992 тыс. до 348 тыс., то есть на 65%. Таким образом мы потеряли 75% ученых за три десятилетия. Одна из причин – высокий миграционный отток. Количество исследователей за последние три года в нашей стране уменьшилось на 30 тыс. По национальному проекту ФАНО российская наука должна была за 3 года нарастить их число на 35 тыс. Китай прибавил 174 тыс. (всего стало 1 млн 866 тыс. исследователей), США прибавили 44 тыс. к своим 1,5 млн, Япония прибавила 12 тыс., Германия – 49 тыс., Корея – 47 тыс.

Не последнюю роль в сокращении численности исследователей играет не уменьшающийся отток ученых и высококвалифицированных специалистов за рубеж. Число ежегодно выезжающих за границу специалистов не уменьшилось, а наоборот увеличилось. В 2012 году цифра составляла 14 тыс., а сегодня – 70 тыс. в год.

«С такими темпами нам скоро будет некому работать в науке», – добавил во время своего выступления Николай Кузьмич.

По заключениям экспертов [Долгушкин, 2020] можно выделить три основных риска для российской науки. Первый – недостаточное финансирование. Второй – отсталая инфраструктура. Третий и, видимо самый главный, – кадровый потенциал. Меняется в определенной мере отношение

к науке в целом. ВЦИОМ сообщает, что 82% россиян доверяет мнению отечественных ученых. Доля респондентов, которые приветствуют выбор карьеры ученого своими детьми с 2003 года увеличилась с 32 до 62%. Но в США для сравнения этот показатель равен 80%, а в Израиле 77%. В мае 2021 года только 43% родителей выпускников школ хотят, чтобы их дети продолжили обучение в вузе, а 10 лет назад таковых было 80%. В начале 2000-х годов в научных организациях на исследовательские должности приходилось 2% выпускников вузов, а сегодня только 0,7%. При том, что выпуск сократился с 1 млн 200 тыс. до 811 тыс. От 30 до 50% молодых людей уходят из науки в первые годы работы в более доходные сферы экономики. И следующая проблема по поросам ВЦИОМ – высокие миграционные настроения выпускников ведущих российских вузов: до 20% опрошенных заявили о желании уехать за границу на ПМЖ.

Проблем с финансированием по мнению российских ученых также существует достаточно. Академик РАН М. Я. Маров в ходе дискуссии отметил, что в последнее время со стороны федеральных структур в России наблюдается возрождение интереса к научному космосу. Казалось бы, проблем с финансированием должно становиться меньше. Тем не менее, несмотря на возросший интерес, у РАН до сих пор отсутствует право вносить предложения и с участием Роскосмоса определять те научные направления и программы, в которых заинтересована наша научная общественность. И определять тем самым не только направление, но и перечень приборов, научных установок, оборудования. В той системе, которая существует сегодня, РАН не может сама определять перспективы и начало работ в пределах ассигнований, выделяемых правительством. В результате, задержки поставок оборудования могут длиться годами, ремонт научных судов проводится поздно или не проводится вообще, ученые часто остаются без оборудования и средств к работе.

Обеспокоенность Михаила Марова разделяет [Сергеев, 2020] президент РАН, академик А. М. Сергеев. «Мне кажется правильным, чтобы был такой пункт по финансированию научного космоса. Мы обращаем внимание на то, что нельзя секвестировать средства на научный космос», – ответил Александр Михайлович академику Марову во время Общего заседания РАН.

Ещё более серьезным является вопрос об организационно-правовом статусе РАН. Взаимоотношения с министерством в рамках проведения экспертиз требуют реформ. Президент РАН напомнил коллегам, что та форма, в которой сейчас существует академия, существенно ограничивает её функционал, права, возможности. В послед-

ние годы РАН принимает серьезные усилия к тому, чтобы вернуть себе особый организационно-правовой статус государственной академии. Пока это не произошло – будет существовать положение о порядке экспертиз, проводимых РАН, в соответствии с которым министерство не обязано откликаться на предложения, экспертизы, инициативы РАН, направляемые правительству. «Эти экспертизы не обязательны к принятию при принятии решений органами государственной власти. Без решения этого вопроса мы не добьемся прогресса», – подытожил Александр Сергеев. Данную проблему, как и многие другие, можно решить только на уровне Минобрнауки, и если бы это ведомство обратило внимание на эту проблему, то оно оказало бы реальную помощь не только российской космонавтике, но и всему остальному российскому научному сообществу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно смело говорить о том, что, хоть Россия и сдала свои позиции по количеству космических запусков, отечественная космонавтика не потеряла свои возможности освоения космоса и сохраняет высокий потенциал реализации проектов, многие из которых не имеют аналогов в мире. В распоряжении России имеется широкий спектр автоматических аппаратов различного назначения.

Фундаментальная наука и прежде всего РАН играют существенную роль в восстановлении России как глобальной технологической державы и космической индустрии в целом.

Новые задачи российского космоса требуют передовых решений в области технологий, космической науки и техники.

Тремя основными проблемами российской науки являются недостаточное финансирование, отсталая инфраструктура, стремительное сокращение кадрового потенциала. Для их решения необходим диалог на уровне Российской академии наук и Министерства науки и высшего образования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность Вячеславу Ермолину за полезные материалы и коллективу Геофизического центра РАН за консультацию и поддержку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондур В., Хартов В. Исследование Земли из космоса, Материалы Общего собрания РАН, посвященного 60-летию пилотируемой космонавтики. — Москва, Россия, 2020.
- Долгушкин Н. О работе РАН за отчетный период, Материалы Общего собрания РАН, посвященного 60-летию пилотируемой космонавтики. — Москва, Россия, 2020.
- Зеленый Л., Колмыков В., Ширшаков А. Исследование Луны и планет с помощью автоматических КА - прелюдия к освоению Луны человеком, Материалы Общего собрания РАН, посвященного 60-летию пилотируемой космонавтики. — Москва, Россия, 2020.
- Сергеев А. Материалы Общего собрания РАН, посвященного 60-летию пилотируемой космонавтики. — Москва, Россия, 2020.
- Симпозиум // Материалы четвертого симпозиума по исследованиям Солнечной системы. — Москва, Россия, 2013.
- Сюняев Р. Орбитальная Обсерватория СРГ с рентгеновскими телескопами АРТ-ХС и ePO-ZITA: Карта всего неба в рентгеновских лучах, Материалы Общего собрания РАН, посвященного 60-летию пилотируемой космонавтики. — Москва, Россия, 2020.
- Тестоедов Н., Карутин С. Космическая геодезия, связь и навигация. История развития, состояние и перспективы, Материалы Общего собрания РАН, посвященного 60-летию пилотируемой космонавтики. — Москва, Россия, 2020.
- ФКП. Основные положения Федеральной космической программы 2016–2025 гг. — Москва, 2016.
- Чернова П. Сравнительный анализ уровня и направления развития космической промышленности России и США за 2011–2015 гг. // Научный альманах. — 2016. — № 18. — с. 288–291. — DOI: [10.17117/na.2016.04.01.288](https://doi.org/10.17117/na.2016.04.01.288).
- Brycotech // Reports and Briefing. — Alexandria, VA, 2020.
- Brycotech // Reports and Briefing. — Alexandria, VA, 2021.
- Graham W. Twenty years after deorbit, Mir's legacy lives on in today's space projects. — 2021.