Метановый двигатель-7.

*Это продолжение темы о внедрении метана в ракетную технику, ранее изложенной в «Метановом тупике» и «Метановых двигателях 1-6».*

Прошло два десятилетия 21 века. Можно подвести некоторые итоги развития космонавтики в мире и России, в частности. Так как моя тема относится к двигателям (точнее к ЖРД), то я буду говорить преимущественно о средствах выведения космических аппаратов.

На мой взгляд в эти два десятилетия в космонавтике произошла революция (или контрреволюция), т.к. из чисто государственной отрасли производства она стала частично частнособственнической, способной приносить прибыль, и этот процесс продолжает углубляться. Конечно это относится, как и вся космонавтика, к передовым в технологическом отношении странам, как США и Китай. Следствием этого является повышенный интерес к метану.

В России за два десятилетия прошли значительные изменения, но не в области высоких технологий, в которых частное предпринимательство осталось недоразвитым на фоне государственных промышленных корпораций. Российская космонавтика, финансируемая на 100% за счет госбюджета, оставалась на уровне, которого она достигла в Советское время, постепенно деградирую со всей промышленностью высоких технологий. Некоторое время космонавтике удавалось поддерживать России имидж великой державы за счет ракет носителей «Союз» и «Протон» с разгонными блоками «Фрегат» и «Бриз», которыми выводили иностранные коммерческие спутники, с 2011 по 2020 г. мы были монополистами по пилотируемым полетам к Международной Космической Станции (МКС), свыше 20 лет поставляли двигатели РД-180 в США для ракеты «Атлас-5».

Разработка семейства экологически чистых новых ракет носителей для замены «Протона» затянулась почти на 30 лет, как началась отработка «Ангары», а она еще не вышла из стадии летно-конструкторских испытаний. Это своеобразный рекорд по длительности отработки при посредственных характеристиках по полезной нагрузке и себестоимости. Последние 5 лет космонавтика России не имеет утвержденной космической программы. Нет ясности, какие средства выведения мы должны делать. Роскосмос с благословления президента сам себе заказывает и выполнят работы. При этом происходит обрезание ежегодного финансирования в первую очередь на научные и народно-хозяйственные задачи.

Многие годы идет непрерывное реформирование управления космической промышленности. «Роскосмос» в настоящее время кроме высотного здания Национального космического центра приступил к созданию четырех профильных холдингов: по ракетостроению, спутникам, наземной космической инфраструктуре и науке. На мой взгляд большую глупость нельзя даже придумать. Я остановлюсь только на двигательном холдинге. В 1999 г. пытались создать такой холдинг на основе конструкторского бюро Химавтоматика (Воронеж). На совещании в военно-промышленной комиссии признали такое объединение нецелесообразным. Сейчас создали такой холдинг во главе с НПО Энергомаш (Химки). В него вошли все КБ, разрабатывающие двигатели для ракет носителей и комических аппаратов. Это ЖРД ракет носителей, разгонных блоков и космических аппаратов тягой от 800 т. до нескольких десятков грамм и даже электрические двигатели космических аппаратов в несколько грамм. Эти двигатели не имеют между собой ничего общего. Создания холдинга по ракетостроению надеюсь не будет. Это что-то противоестественное при наличии права на частную собственность и конкурентоспособность фирм.

На 2021 г. можно констатировать, что космонавтика России не только тяжело больна, но и находится в коматозном состоянии. Я имею в виду средства выведения и наземную космическую инфраструктуру. Это нельзя объяснить только технически безграмотным руководством Роскосмоса (Д.О. Рогозин и др.). Есть центр средств выведения и наземной космической инфраструктуры - головное подразделение Центрального Научно-Исследовательского Института машиностроения Роскосмоса по определению перспектив развития системы средств выведения России и научному обоснованию технического облика перспективных средств выведения и объектов космодромов. (Руководители: А.А. Медведев, И.И. Кузнецов). Мне довелось тесно работать с прежним руководителем центра В.В. Вахниченко и его сотрудниками. Остались самые хорошие воспоминания.

Непонятно почему предприятия Роскосмоса занимаются созданием никому не нужных изделий, таких как «Союз-5» на двигателях 50-ти летней давности или сверхтяжёлой ракеты носителя не известно для какой цели. Что касается метанового двигателя и ракеты на их основе, то эта тема забалтывается уже свыше 20 лет. Периодически руководители Энергомаша и Химавтоматики заявляют о готовности разрабатывать метановые двигатели. Неоднократно заявлял об этом и Д.О. Рагозин, (еще в качестве заместителя премьера) и теперь от Роскосмоса, но метанового двигателя как не было, так и нет.

Такое положение я могу объяснить несколькими причинами: 1. Двигатель можно разрабатывать только по техническому заданию предприятия разработчика ракеты (которого пока нет) и параллельно с разработкой ракеты. Это обязательное условие, которым руководствовался С.П. Королев. 2. Министерство обороны не видит срочной необходимости в разработке метановой ракеты. 3. Отработка маршевого ЖРД ракеты носителя (особенно для 1-й ступени) требует больших финансовых затрат («денег нет») 4. Отработка нового ЖРД на новых компонентах непредсказуема по времени и результатам. Лучше разрабатывать ракету на ранее проверенных двигателях. Для сравнения справка: «В 2020 году бюджет Роскосмоса на гражданские цели составил 176 млрд рублей, а бюджет NASA 22,6 млрд долларов. По нынешнему курсу бюджет Роскосмоса на прошлый год таким образом составил в долларах 2,3 миллиарда долларов. Это уступает бюджетам не только NASA, но и Европейского космического агентства (в 2018 году 7 миллиардов долларов) и Китайского национального космического управления (CNSA) (на 2017 год 11 миллиардов долларов). Даже Франция отдельно от Евросоюза тратит средств не меньше, чем Роскосмос (2,4 миллиарда долларов в 2018 году), Германия в том же году потратила 2,55 миллиарда долларов. А ведь в США еще отдельные бюджеты у частных космических компаний».

За последние 20 лет в мировой космонавтике произошел гигантский технологический прогресс. Я не имею в виду межпланетные космические аппараты и марсоходы США с вертолетами, по которым мы отстали на десятки лет, если не навсегда, а средства выведения с применением метана и частичного или полного многоразового использования. Для справки приведу ряд примеров с помощью Википедии.

США – И. Маск, Д. Безос, НАСА (с ULA).

**И. Маск.** Компания SpaceX, впервые в мире разработала многоразовые (и самые дешевые) ракеты носители Falcon 9 и Falcon Heavy на компонентах кислород и керосин, а также многоразовый пилотируемый корабль Dragon. Falcon 9 («Сокол») ракета-носитель тяжелого класса состоит из двух ступеней. На 1-й ступени 9 двигателей Merlin, на 2-й один. Полезная нагрузка на опорной орбите 22,8 т. (без возращения) и 13,6 т. (с возвращением). На стационарной орбите соответственно 4,85 и 3,4 т. Merlin двигатель открытой схемы. Тяга высотная 91,4 т. земная 85,2. т., давление в камере 97 атм. Falcon Heavy ракета-носитель сверхтяжёлого класса с возможностью повторного использования первой ступени и 2-х ускорителей. На 1-й ступени вместе с ускорителями всего 28 двигателей Merlin, на 2-й один двигатель. **Полезная нагрузка на опорной орбите 63,8 т., на стационаре 36,7 т.** (на Марс 16,8 т). Falcon 9 и Falcon Heavy в постоянной эксплуатации с 2013 г. при самой минимальной стоимости доставки груза на орбиту.

В настоящее время разрабатывается SpaceX Starship — сверхтяжёлая ракета-носитель полного многоразового запуска всех ступеней с ускорителем Super Heavy (31 двигатель Раптор), которая заменит существующие Falcon 9 (F9), Falcon Heavy (FH) и Dragon. Starship (6 двигателей Раптор) объединяет в себе две функции — второй ступени, используемой для достижения орбитальной скорости при запуске с Земли, и многоразового космического аппарата, способного взлетать, выполнять полёт в космическом пространстве и совершать управляемую посадку на Землю. Starship начнет использоваться в ближайшие 1-2 года. **Долговременные орбитальные станции при этом теряют свое значение.** Предельной целью компании SpaceX является запуск Starship на Марс с грузом в 2022 году, за которым последует пилотируемый полёт в 2024 году. Starship может использоваться для следующих целей: **запуски на низкую околоземную орбиту полезной нагрузки свыше 100 т**.; длительные миссии в космическом пространстве; коммерческие перелёты по Земле на большие дистанции; возможность отправки людей в суборбитальных полётах в любую точку Земли в течение 1 часа, а также для высадки людей на Луну в 2024 году.

Raptor («Раптор») — жидкостный ракетный двигатель, разрабатываемый компанией SpaceX. Двигатель закрытого цикла с полной газификацией компонентов топлива, работающий на жидких метане и кислороде, планируется применять на космическом корабле Starship и ускорителе Super Heavy. Двигатель использует переохлажденные компоненты топлива, воспламенение топлива при запуске на земле и в полёте осуществляется системой искрового зажигания, Тяга 200 т. (с возможностью форсирования до 250 т.), удельный импульс 330 с. (земной), 375 с. (высотный), Давление в камере сгорания 336,5 атм. Двигатели прошли автономную отработку и участвуют в отработке космолета Starship. Первые испытания компонентов двигателя Raptor начались в 2014 году. Для испытаний двигателей Raptor для корабля Starship имеются три комплекса (один из них расположен в городе Макгрегор, штат Техас). Основные испытания корабля проводятся с апреля 2019 г. на частном космодроме SpaceX в Бока-Чика, Техас.

**Д. Безос.** Blue Origin — американская частная аэрокосмическая компания. Создана в 2000 году основателем Amazon Джефри Безосом. Blue Origin в 2015 г. объявила о создании мощной, частично многоразовой ракеты-носителя New Glenn, На 1-й ступени ракеты установлены 7 двигателей ВЕ-4 на кислороде и метане, на 2-й ступени 2 двигателя ВЕ-3U на кислороде и водороде. Ракета может быть 2-х или 3-х ступенчатой. Масса полезной нагрузки (для 2-х ступенчатого варианта) 45 т. на опорной орбите и 13 т. на стационаре. Первый запуск, с мыса Канаверал сейчас планируется на конец 2022 г. Это отставание от ранее планируемых сроков на 2 года. Двигатель ВЕ-4 замкнутой схемы с кислым газогенератором. Тяга 259 т., давление в камере сгорания 132 атм. Двигатель БЕ-3U c высотным соплом. Его прототип, ранее отработанный для Нью-Шепарл, БЕ-3 с земным соплом имеет тягу 50 т. Отработка двигателя ВЕ-4 отстает от намеченных сроков на 2 года. Задерживается их поставка для отработки ракеты-носителя.

Объем работ по созданию ракеты-носителя (РН) New Glenn и двигателя ВЕ-4 оказался тяжелым даже для Д. Безоса - самого богатого ($180 млрд.) в мире человека. Для сравнения бюджет России $265 млрд., бюджет Роскосмоса $2,3 млрд. на 2020 г. Д. Безос ежегодно переводит от Amazon в Blue Origin $1млрд. Трудности не только в отработке двигателя ВЕ-4, но и в создании всей инфраструктуры космического назначения. Это космодром для запуска РН New Glenn во Флориде и космодром для туристических запусков РН New Shepard в западном Техасе. Это завод для изготовления двигателей ВЕ-3 и ВЕ-4 в Сиэтле, штат Вашингтон, и завод для серийного изготовления ВЕ-4 в Хантсвилле, штат Алабама. Это завод для изготовления РН New Glenn и доработки для повторного использования во Флориде, рядом с космодромом. Это стенды для огневых испытаний двигателей в Техасе и Флориде. Это морские платформы для посадки 1-х ступеней РН и морские суда для перевозки РН и их ступеней.

Согласно заявлению Blue Origin, первый запуск New Glenn намечен на четвертый квартал 2022 года. Это вызвано доработкой ракеты-носителя и инфраструктуры для её запуска на мысе Канаверал (штат Флорида) и тем, что ракета не выбрана для запусков спутников в интересах Космических сил США, контракт на которые получили конкуренты Blue Origin - компании SpaceX и United Launch Alliance (ULA). Перспективы Blue Origin туманны, так как РН New Glenn занимает промежуточную позицию «между» F9 и FH, при этом, не способна конкурировать с каждой из них по отдельности и не нацелена на самую массовую нишу запусков.

**Vulcan (Вулкан)** — американская РН тяжёлого класса, разрабатывается с 2014 года ULA по заказу НАСА для замены РН «Атлас-5» и «Дельта». Выводит на опорную орбиту 40 т. полезного груза, может использовать до 6-и твердотопливных ускорителей тягой 200 т. Проект финансируется за счёт государственно-частного партнёрства с правительством США. На 1-й ступени 2 двигателя ВЕ-4, на 2-й ступени модернизированные водородные двигатели RL-10. Планируется повторно использовать только двигатели 1-й ступени, а не всю 1-ю ступень. Отработка Вулкана задерживается отсутствием двигателей ВЕ-4.

КИТАЙ.

Частная компания LandSpace разрабатывает РН ZQ-2 (Zhuque-2) с двигателями TQ-12 на кислороде и метане. В конце 2021 г. возможно будет выполнен первый пуск РН. Четыре двигателя TQ-12 первой ступени обеспечивают РН взлётную тягу в 268 т.

Частная компания Hyperbola разрабатывает многоразовую РН с двигателями «JD-1» на кислороде и метане. По заявлению разработчика, новый ЖРД «JD-1» будет использоваться до 30 раз, что на 70% сэкономит затраты на производство.

ЕВРОПА.

Работы по применению метана проводятся путем замены твердотопливных ускорителей и водородного двигателя 1-й ступени РН Ариан-5 и 6. Такая ракета в дальнейшем рассматривается, как многоразовая. Сейчас на Ариане-6 два или четыре ускорителя, на Веге один ускоритель все с унифицированным двигателем тягой 450 т. и кислородно-водородный двигатель открытого типа Vulcain 2 с высотной тягой 114 т.

Prometheus - кислородно-метанововый двигатель который заменит к 2030 г. твердотопливные двигатели ускорителей и водородный двигатель 1-й ступени. Двигатель открытого типа имеет тягу ~100 т., давление в камере 110 атм., удельную тягу 360 с. Стоимость его $1млн., что в 10 раз меньше стоимости двигателя Vulcain 2. Двигатели на ускорителях будут использоваться многократно. На 1-й ступени 10 двигателей.

Итальянской фирмой Avio разработан метановый двигатель М10 для 3-й ступени ракеты-носителя Вега-Е, которую планируется использовать с 2025 г. для снижения стоимости носителя и возможности возврата полезной нагрузки. У двигателя М10 тяга 10 т., удельная 362 с., дросселирование 75 процентов.

Сравнивая достижения стран в освоении метана в средствах выведения космических аппаратов видно отставание Европейского союза от США и Китая. В целом создание Европейского союза (в него входят 28 государств) прогрессивное явление, но в процессе становления приходится преодолевать множество противоречий. Совместные решения принимаются единогласно. Для эффективности союза некоторые права отдельных государств должны передаваться центральному управлению Европейского союза. Это равносильно ущемлению суверенитета отдельных государств. Таких примеров множество (особенно Брексит).

Такие же сложности в космической деятельности. Отдельные страны (как Франция, Германия) имеют свои космические программы. Наряду с этим существует Европейское космическое агентство (ЕКА), в которое входят 22 страны. Сложная система финансирования ЕКА в зависимости от валового национального продукта отдельных стран и взаимодействия с национальными космическими программами. Бюрократический аппарат ЕКА медленно принимает решения и не спасает от коррупции.

Что можно сказать о внедрении метана в космонавтику России, страну первого космического спутника и полета Ю.А. Гагарина. Я начал заниматься **практическим внедрением метана** с 1994 года в рамках НИР «Иней», «Роса». До этого были только теоретические исследования, особенно И.А. Клепикова в «Энергомаше». Уже первые испытания на доработанных кислородно-водородных двигателях 11Д56 от Н-1М показали возможность работы ЖРД на топливной паре кислород-метан. Появилась заинтересованность к метану, особенно за рубежом (США, Европа, Ю. Корея) Окончательный ответ можно было получить при испытаниях двигателя имитатора, изготовленного специально под метан. Вот здесь начались трудности. Такой двигатель так и не был создан ни в КБХМ, ни в КБХА, ни в НИИТП. Российских денег в НИР было недостаточно, а иностранные от Европы (темы «Волга», «Урал») и Ю. Кореи были просто съедены. В КБХА были хоть энтузиасты создания двигателя-демонстратора на метане в лице В.С. Рачука и В.Д. Горохова, в КБХМ и Энергомаше такие перевелись. В Энергомаше проводились испытания различных опытных двигателей, но не было проведено ни одного испытания на метане. В Роскосмосе возможности использования метана рассматривались только в связи с будущими многоразовыми системами выведения. Перелом наступил только ко второму десятилетию 21 века. В 2009 г. И. Маск начал разработку метанового двигателя Раптор, в 2011 г. Д. Безос разработку метанового двигателя БЕ-4. В 2015 г. А.Н. Кирилин в ЦСКБ «Прогресс» **в инициативном порядке** начал разработку эскизного проекта ракеты-носителя «Союз-5» на метане. Генеральная линия «ЦСКБ» заключается в том, что с начала нужно создать одноразовые надежные и дешевые РН на метане, а затем переходить к их многоразовому использованию. Разработкой метанового двигателя применительно к ракетному комплексу никто не занимался.

Так как в нашем авторитарном государстве все решается по директивным документам, я неоднократно просил о включении работ по метану в космическую программу России. Я писал об этом в Роскосмос, вице-премьеру Д.О. Рогозину и президенту страны.

На мое письмо, направленное в Роскосмос я получил ответ. Привожу его полностью.

«В соответствии с поручением руководителя Роскосмоса от 13.03.2013 № ОГ-129 Ваше обращение по вопросу перспектив развития средств выведения России рассмотрено с привлечением ФГПУ ЦНИИмаш.

Вами предлагается доработать Государственную программу Российской Федерации «Космическая деятельность России на 2013-2030 годы» в части внесения предложений о создании космического ракетного комплекса, топливом для которого будет служить метан.

Необходимо отметить, что приведенные в обращении аргументы не являются новыми. В настоящее время с учетом указанных аргументов в ракетно-космической промышленности ведутся работы по оценке эффективности и целесообразности применения ЖРД на метане. Однако в отношении применения указанного топлива существует ряд нерешенных вопросов. Сделать однозначный вывод в отношении целесообразности применения топливной пары «кислород-метан» в настоящее время не представляется возможным.

Учитывая вышеизложенное, у Роскосмоса отсутствуют объективные причины для оказания содействия реализации Ваших предложений.

Приложение: копия заключения ФГУП ЦНИИмаш на 4 л.

Советник руководителя И.К. Новиков»

Утверждаю. Зам генерального директора

А.В. Головко

Заключение ФГУП ЦНИИмаш

На обращение В.С. Завьялова по вопросу перспектив развития средств выведения.

В обращении В.С. Завьялова, представленного в Роскосмос, предлагается доработать государственную программу Российской федерации «Космическая деятельность России на 2013-2020 годы» в части средств выведения по широкому переводу на криогенную топливную пару кислород метан российских средств выведения, начиная от РН легкого класса до РН сверхтяжелого класса. Предложение автора основано на лучших, по его мнению, характеристик (удельная тяга, охлаждающая способность, надежность) ЖРД на этом топливе по сравнению с ЖРД на топливе кислород-керосин.

Первоочередной по мнению автора, является задача создания ракетного комплекса тяжелого класса, работающего на метане и кислороде, для замены комплекса «Протон-М» на токсичных компонентах АТ-НДМГ.

Приведенные автором в обращении аргументы в пользу метанового топлива не являются открытием для российской ракетной промышленности и работы в отрасли по оценке эффективности и целесообразности применения ЖРД на метане ведутся именно с их учетом. Однако по применению такого топлива есть много нерешенных вопросов, к наиболее важным из которых можно отнести:

1. Использование сжиженного метана как ракетного топлива. В настоящее время оценки отдельных характеристик топлива на основе СПГ и двигателей с его использованием могут рассматриваться как предварительные, зависящие от конкретного состава компонента. Не произведена сертификация метана, как ракетного горючего. ТУ на СПГ (метан) не приняты.

2. Энергетические характеристики РН. По мнению автора, топливная пара кислород-метан обеспечивает лучшую удельную тягу, чем кислород-керосин. «Энергомаш» на кислороде-метане удельный импульс выше на 4-6%. В то же время, это относится только к сравнительной оценке энергетических характеристик ЖРД безотносительно к энергетическим характеристикам РН. Оценки показывают, что по относительной массе полезной нагрузки одноразовые РН среднего класса с ЖРД на топливной паре кислород-керосин с ракетными блоками размерности РН «Зенит» и РН тяжелого класса с ракетными блоками размерности «Протон-М», превосходят РН тех же классов с применением ЖРД на метане из-за меньших рабочих запасов топлива и больших масс конструкции баков, вызванных меньшей плотностью кислородно-метанового топлива. Это практически сводит к нулю преимущества по удельному импульсу тяги ЖРД на метане по отношению к ЖРД на керосине.

3. Стоимость топлива. При оценке стоимости метана по сравнению с керосином следует учитывать возрастание цены на природный газ. Также вполне возможно, что с учетом затрат на отделение метана от других фракций СПГ его стоимость будет сопоставима со стоимостью керосина. Следует учитывать также, что доля цены любого, даже очень дорогого, в цене пуска РН незначительна (доли процента), что может быть вообще исключена из рассмотрения экономического анализа.

4. Опасность применения. Необходимо отметить, что характерной особенностью СПГ, и входящего в его состав метана (по пожаровзрывобезопасности относится к 3-й группе химических продуктов) является то, что они образуют с воздухом и кислородом взрывоопасные газовые смеси. При эксплуатации изделий с использованием метана в качестве горючего возможны аварийные выбросы или проливы компонента в среду рабочих помещений, отсеков или сооружений. Последствия сгорания обнаруживающейся при этом взрывоопасной смеси могут быть весьма опасны.

Применение метана для ЖРД перспективных средств выведения прорабатывается на протяжении длительного времени, в том числе В НИР «Магистраль» (Облик), в системном проекте, в рамках ОКР «Русь-М» - по обоснованию облика перспективных средств выведения, в рамках ОКР «Двигатель-2015» - по созданию маршевого ЖРД для многоразовых блоков для первых ступеней перспективных РН (ОКР МРКС-1), для пилотируемых космических комплексов и РН сверхтяжелого класса. В настоящее время в ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева ведутся проектные работы по созданию летного образца демонстратора многоразового блока первой ступени РН, в том числе, и на метановом ЖРД, что позволит экспериментально оценить перспективу внедрения топливной пары кислород-метан.

В основных положениях государственной программы Российской федерации «Космическая программа России на 2013-2020 г.» и Основных положениях «Федеральной космической программы России на 2006-2015г.» опубликованных на сайте Роскосмоса, отражены общие направления работ, в том числе, и по созданию КРК тяжелого класса «Ангара» в замену комплекса «Протон-М», о которых выражает обеспокоенность автор обращения. Конкретные направления, виды и объемы работ подробно изложены в самих документах. В частности, в подразделе ФКП России на 2006-2015 годы. «Средства выведения космических аппаратов» предусмотрено проведение мероприятий по созданию ракетно-космического комплекса нового поколения тяжелого класса «Ангара» на кислородно-керосиновых компонентах топлива, высокоэффективных кислородно-водородных космических разгонных блоков, перспективных ракетных двигателей, а также модернизации существующих средств выведения с использованием новых технологий и элементной базы и создания многоразовой первой ступени перспективного ракетно-космического комплекса.

В соответствии с данными документами в рамках НИР «Магистраль» предусмотрены «Системные проектные исследования направлений развития и разработка предложений по рациональному техническому облику, ключевым элементам и базовым технологиям перспективных средств выведения и наземной космической инфраструктуры», где в кооперации Роскосмоса, в том числе, ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКЬ-Прогресс», ОАО «РКК Энергия им. академика С.П. Королева, ОАО «ГРЦ им. академика В.П. Макеева будут проведены работы по проектам перспективных средств с ЖРД на высокоэффективных криогенных топливах, в том числе водороде, метане и пропане.

Учитывая, что изложенные в обращении В.С. Завьялова вопросы отражены в государственной программе Российской федерации «Космическая деятельность России на 2013-2020 годы и проекте документа «Стратегия развития космической деятельности России до 2030 года и на дальнейшую перспективу», а также неоднозначность выводов по применению топливной пары кислород-метан, предложения автора по доработке госпрограммы считаем нецелесообразным.

Начальник комплекса 12 И.И. Кузнецов»

Ответ на письмо в ВПК Д.О. Рогозину:

«Ваше обращение в Правительство Российской Федерации от 07.07.2015 г. с предложениями по корректировке «Российской космической программы» на 2012-2025 годы в части средств выведения, направленное для ответа в Роскосмос рассмотрено. По результатам рассмотрения сообщаем следующее:

1. В обеспечении создания сверхтяжелой РН проектом ФКП-2025 предусмотрены мероприятия по разработке ключевых элементов и технологий, в том числе работы по маршевым двигателям, включая ЖРД на сжиженном природном газе, по новым материалам и технологиям, включая технологии изготовления крупногабаритных конструкций, их транспортирование и т.д.

2. АО «РКЦ Прогресс» разработало предложения по семейству РН типа «Союз-5» в рамках НИР. Полученные технико-экономические характеристики семейства РН и сроки их создания приемлемы для этапа НИР, однако не учитывают всей совокупности необходимых работ, специфики использования СПГ, требуют уточнения на последующих этапах проектирования и рассмотрения в установленном порядке.

Вместе с тем следует отметить, что в проект ФКП-2025 включена работа по созданию (с обоснованием выбора ракетного топлива) космического комплекса среднего класса, обеспечивающей меньшую по сравнению с эксплуатируемыми средствами выведения удельную стоимость выводимых грузов.

3. Разработанные ФГУП «ЕКНПЦ им. М.В. Хруничева в инициативном порядке проектные материалы по модификации РН «Ангара-А5В» нацелены на ускорение практических работ и реализации начального этапа освоения Луны, а также повышения эффективности решения различных космических задач.

ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» и «ОАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева рекомендовано разработать аванпроект по космическому комплексу, обратив особое внимание на обоснование заявленных масс выводимых полезных грузов на низкую околоземную орбиту и орбиту искусственного спутника Луны, мероприятий по доработке инфраструктуры космодрома «Восточный» для осуществления полетов в окололунное пространство и на поверхность Луны, объемов финансирования работ и сроков их выполнения. Разработанные материалы должны быть представлены в Межведомственную комиссию для выдачи заключения.

Вместе с тем уже сейчас очевидно, что создание РН «Ангара-А5В» позволит увеличить массы полезных грузов на геопереходных и геостационарной орбитах, обеспечить перспективы развития автоматических КА и сохранить позиции отечественных средств выведения на мировом рынке пусковых услуг.

4. Вы пишете (стр. 6), что разнообразие РН потребует разных метановых двигателей…К сожалению, за последние 20 лет практического опыта использования метана в ЖРД накоплено очень мало. Действительно, экспертные оценки показывают, что существующий научно-технический задел позволяет реализовать создание маршевого ЖРД на СПГ в течение 8-12 лет. На этом фоне предлагаемый Вами переход в течение десятилетия на СВ с использованием метана выглядит недостаточно убедительным.

Что касается внедрения метана в ракетную технику, то следует отметить, что в дополнение к выше отмеченных мероприятиям комплексной программой развития двигателестроения до 2030 года, а также проектом ФКП-2025 предусмотрено развитие работ по направлению метановых ЖРД с программой создания семейства двигателей тягой до сотен тонн.

Таким образом, уважаемый Владимир Семенович, в действительности планируемые работы в части средств выведения по проекту ФКП-2025 практически не соответствует тому, что эмоционально изложено в Вашем обращении.

Начальник Управления средств выведения и наземной космической инфраструктуры

А.В. Мазурин»

На письмо Президенту получен ответ:

«23.09.15. Ваши обращения на имя президента Российской Федерации от 10.09.2015 № 967085, в Правительство Российской Федерации № П48-85220, направленные в Роскосмос и обращения в Роскосмос по вопросу использования в работе статью «Метановой двигатель-3» рассмотрены.

Информация, приведенная в Вашей статье принята к сведению и будет использована в том числе при анализе возможных направлений использования метана (сжиженного природного газа) как ракетного топлива в отечественных средствах выведения космических аппаратов.

Начальник Управления средств выведения и наземной космической инфраструктуры

А.В. Мазурин»

Официальные ответы говорят о нежелании переходить в средствах выведения с керосина на метан, но был период, когда в руководстве Роскосмоса это рассматривали всерьез. Разработки (2009-2011 г.) метановых двигателей для ракет-носителей в США в 2012 г. привлекли внимание отдельных официальных лиц в России. Это В.А. Поповкин (руководитель Роскосмоса с 04.2011 по 10.2013 г.) и А.Н. Кирилин (Руководитель ЦСКБ «Прогресс» с 2003 по 2018 г.) частично Д.О. Рогозин (с 12.2011 по 05.2018 г. заместитель премьера РФ и председатель ВПК).

В.А. Поповкин инициировал реформы в Роскосмосе и нажил многих противников. Постоянно подвергался клевете и травле. После выговора 08.2012 г. от премьера РФ Д.А. Медведева через 2 месяца снят с руководства Роскосмоса. Скончался 06.2014 г. от онкологического заболевания. А.Н. Кирилин (1950 г.р.) за инициативу в переводе космонавтики на метановые средства выведения получил влиятельных противников. Сначала обвинили в финансовых нарушениях его дочь, а затем и его самого. Отстранен от должности районным судом Самары в связи с возбуждением уголовного дела. Д.О. Рогозин периодически выступал за применение метана, но каждый раз забывал о этом, следуя указаниям Президента РФ. Благодаря чему остался на высокой административной должности.

Попробую прогнозировать работы по космонавтике в России. Я думаю, что многоразовые ракеты-носители с метаном появятся у нас не раньше 2030 г. Одноразовые метановые могут появиться на 2-3 года раньше. В ближайшее время Космическую программу утвердит президент страны. Там будут указаны ракеты на метане. Объем работ можно представить по И. Маску и Д. Безосу (смотри выше), но сроки будут больше (смотри на «Ангару»). Хватит про метан. В космонавтике по средствам выведения есть и другие нерешенные вопросы.

Средства выведения и двигатели космических аппаратов связи.

В 21 веке с развитием средств связи Космонавтика стала прибыльным делом для государств и частного бизнеса. В космических спутников связи наиболее эффективными оказались спутники-ретрансляторы на геостационарной орбите (ГСО), располагаемые на высоте 35786 км. строго над экватором. Сейчас на этой орбите 440 спутников, там уже становится тесно и спутники могут мешать друг другу. За место стояния идет борьба между странами. Спутник может одновременно принимать и передавать множество радиосигналов по разным каналам (транспондерам). Выгодно, когда спутник на стационаре имеет больше транспондеров и максимально большой срок активного существования (не менее 10-15 лет). Для устойчивого приема сигнала спутник должен строго соблюдать свою точку стояния. Для этого нужна двигательная установка с запасом топлива на весь срок активного существования. Геостационарные спутники связи сегодня — это весьма тяжелые машины, весом до 4 тонн. Стоимость стационарного спутника может достигать $1 млрд. Выведение спутника тяжелыми ракетоносителями (РН) стоит в среднем порядка $70 млн. Объем мирового рынка космических услуг сейчас составляет, по разным оценкам, $300-400 млрд в год и ежегодно растет примерно на 5%, причем собственно затраты на запуски ракет и спутников составляют около $40 млрд, то есть на порядок меньше. Геостационарные Спутники выводятся тяжелыми РН: в США РН Атлас-5, Дельта-4 и Falcon-9 в последние годы, в Европе Арианом-5, в России Протоном-М и Зенитом-3SL до 2014 г. и возможно Ангарой-5 в будущем, в Китае РН Чанчжэн-3C, -3В и -5.   
Двигатели на геостационарных спутниках электрические (ЭРД) с удельной тягой в несколько раз больше, чем химические, но с тягой исчисляемой в граммах. Они позволяют увеличить срок активного существования спутника и используются при отклонениях от точки стояния, для довыведении спутника с геопереходной орбиты на геостационарную и перевода на орбиту захоронения после истечения срока службы. (Подробнее о них позднее.)

Однако геостационарные спутники имеют ряд недостатков:

1. Связь через геостационарные спутники характеризуется большими задержками в распространении сигнала и не охватывает области ближе к северному и южному полюсам Земли.
2. Ограниченны потенциальные возможности по количеству размещаемых на орбите спутников. Геостационарная орбита перегружена космическими аппаратами во всем спектре радиочастот.
3. Дороговизна спутников и их запуска. Для ГСО требуется сравнительно большая мощность передатчиков как космических аппаратов, так и абонентских терминалов.
4. Площадь приёма покрыта неэффективно. Гигантские пространства (океанов) лишены абонентов, наземные станции приходится разносить территориально.
5. Необходимо достаточное количество топлива для поддержания неизменного положения спутника.
6. На орбите захоронения мусора становится все больше. Этот мусор никуда не денется с окрестностей геостационарной орбиты, здесь спутники могут существовать тысячелетиями. Действующим спутникам уже приходится отслеживать этот мусор, чтобы избежать столкновения.
7. При стремительном развитии интернета и интернета вещей ресурса спутников на Геостационарной орбите может не хватить для всех потенциальных абонентов.

От геостационарных спутников наметился переход к низкоорбитальным. Идея состоит в замене одного тяжелого спутника многими легкими на низкой орбите. Повышенный интерес к низкоорбитальным системам спутниковой связи объясняется возможностью предоставления услуг персональной связи, включая радиотелефонный обмен, при использовании сравнительно дешевых малогабаритных спутниковых терминалов. Низкоорбитальные системы позволяют обеспечить бесперебойную связь с терминалами, размещенными в любой точке Земли, и практически не имеют альтернативы при организации связи в регионах со слаборазвитой инфраструктурой связи и низкой плотностью населения. Низкая орбита дает очень значительное снижение потерь энергии в радиоканале, что позволяет использовать маленькие антенны и маломощные передатчики, как на земле, так и на спутнике. Сегодня низкая околоземная орбита активно осваивается операторами связи. Это связано с тем, что близкое расположение спутника к пользователю позволяет значительно уменьшить задержку сигнала. Наиболее востребованы низкие полярные и наклонные орбиты на высоте 700-1500 км, и экваториальные на высоте 2000 км. Низкоорбитальные спутники обладают несомненным преимуществом перед другими спутниками, при минимальной задержке сигнала, они гораздо дешевле в производстве и выводе на орбиту. Однако они значительно уступают спутникам на стационаре по времени работы по целевому назначению и сроке эксплуатации. Для того, чтобы обеспечить глобальное покрытие группировки спутников на низких орбитах нужны сотни и тысячи аппаратов. Низкоорбитальная система требует поддержание в работе большой спутниковой группировки и множества наземных станций, а это большие расходы на этапе развертывания. Спутники из индивидуального производства переходят в крупносерийное. Спутник должен иметь минимально возможную массу, быть минимально дешевым в изготовлении и обеспечивать гарантийный срок активного существования не менее 5-8 лет. Спутнику нужна двигательная установка для удержания места на орбите и выдачи импульса для сгорания спутника после срока службы. Средства выведения должны обеспечить выведение одновременно нескольких десятков спутников, группируя их на различных орбитах. К выполнению этих требований космическая промышленность передовых индустриальных стран стала готова только в 21 веке. В последнее время различными фирмами заявлено около 40 проектов по созданию низкоорбитальных систем, которые оцениваются как вполне реализуемые.

Первыми низкоорбитальными системами стали Iridium и Globalstar. Они пережили длительные стадии банкротства и реформирования. В дальнейшем к ним присоединились и другие системы, включая «Хунъянь» в Китае. Началось развертывание гипергрупировок SpaceX Starlink И. Маска, выведено на орбиту уже более 1200 спутников. SpaceX Starlink на данный момент предусматривает развертывание 1584 спутников на начальном этапе и до 12000 (!!!) в полной конфигурации. Планируется использовать высоты в 550 км (40 орбитальных плоскостей по 66 аппаратов), и 330 км (здесь будет основная масса спутников в 7500 штук). Есть проект группировки Amazon Kuiper Д. Безоса. Подробно низкоорбитальную систему связи рассмотрим только на одной системе OneWeb. Эта система образована английскими и францускими компаниями с участием России. В 2020 г. компания OneWeb. пережила временную стадию банкротства.

Первый этап системы будет состоять из спутников, находящихся в 18 плоскостях орбит по 36 аппаратов в каждой. При этом 588 аппаратов с высоты 1200 км будут обеспечивать глобальное предоставление услуг связи, а 60 спутников будут находиться на орбитах в качестве резервных. Всего система OneWeb планирует развернуть 6 372 спутника. Для примера последний запуск: «25 марта 2021 года выполнен успешный пуск ракеты-носителя «Союз-2.1б» с разгонным блоком «Фрегат» и 36 новыми космическими аппаратами OneWeb. Последовательное отделение девяти групп космических аппаратов от российского разгонного блока прошло штатно в соответствии с заложенной циклограммой полёта. В общей сложности в ходе миссии в течение почти 4 часов было обеспечено одиннадцать активных участков: три включения маршевой двигательной установки (последнее -- с целью доставки разгонного блока на так называемую «орбиту увода») и восемь включений двигательной установки СОЗ, необходимых для безопасного отделения и расхождения аппаратов OneWeb. Все спутники успешно выведены на заданные орбиты и взяты под управление. После завершения разведения и отделения космических аппаратов разгонный блок «Фрегат» будет сведен с орбиты, а несгораемые элементы затопят в ненаселенной части Тихого океана. Данный пуск стал пятым в рамках пусковой кампании OneWeb».

Каждый спутник разработанный в компании Airbus, весит 147,7 кг, оборудован двумя солнечными батареями, плазменной двигательной установкой и бортовым датчиком спутниковой навигации GPS. 10 первых аппаратов для демонстрационного запуска изготовлены головным предприятием корпорации Airbus Defence and Space в Тулузе. Остальные производятся совместным предприятием OneWeb и Airbus во Флориде. Предполагаемый срок службы аппаратов составляет пять лет. Информацию на сотовый телефон, планшет и ноутбук можно будет получать через пользовательский терминал OneWeb, который состоит из спутниковой антенны, приемника и блока связи. Для предоставления услуг на территории России в 2017 году создано совместное предприятие ООО «УанВэб» с участием компании «OneWeb» и российского АО «Спутниковая система „Гонец“.

В 2018 года представители ФСБ заявили, что система OneWeb несет угрозу национальной безопасности России, поскольку некоторые регионы России потенциально станут полностью зависимыми от иностранной спутниковой службы, и что система может использоваться в разведывательных целях. В то же время сотрудничество с системой OneWeb осталось единственным нашим крупным коммерческим проектом после прекращения изготовления и поставок в США двигателей и транспортировки астронавтов к МКС. OneWeb стал крупным заказчиком продукции российской ракетно-космической промышленности. Это 21 ракета-носитель «Союз» производства РКЦ «Прогресс», разгонные блоки «Фрегат» производства НПО им. Лавочкина (совместно с КБХМ в части маршевого двигателя и двигателей ориентации), более 600 спутниковых плазменных двигателей производства ОКБ «Факел», а так же запуски ракет носителей «Союз» (5 с космодрома в Куру, остальные с Байконура, и космодрома Восточный). Стоимость работ России только 1-го этапа составляет $1млрд. и возможно продолжение работ, т.к. стоимость одного пуска «Союза» с «Фрегатом» ~$40 млн., что дешевле, чем пуски Фолькона-9 И. Маска. Но основа для выбора России - это электрические двигатели КБ «Факел» (г. Калининград). У нас они в ограниченном количестве использовались в стационарных спутниках связи и в метеорологических спутниках. Для работы в условиях серийного производства в КБ «Факел» проведена реконструкция производственной и испытательной базы, которую финансировала фирма корпорации Airbus Defence and Space. Заканчивая разговор про участие России в работах с системой OneWeb можно констатировать, что мы продолжаем «быть извозчиком».

Как же обстоит дело С нашими низкоорбитальными системами связи? В России существует «Спутниковая система „Гонец“. Разработчик АО ИСС им. Решетнева, оператор и эксплуатирующая организация - АО «Спутниковая система „Гонец“. Изначально предполагалось, что орбитальная группировка должна состоять из 24 КА «Гонец-М», однако впоследствии было принято решение о развёртывании системы в 2 этапа. На первом группировка должна состоять из 12 спутников «Гонец-М», а на втором из 12 спутников «Гонец-М1». В настоящее время группировка состоит из 13 спутников на орбите 1400 км. В трех орбитальных плоскостях по 4 аппарата. Спутник «Гонец-М» весит 280 кг. Срок активного существования 5-7 лет. Выводится ракетой носителем «Союз» с разгонным блоком «Фрегат» с полигона Плесецк по 3 спутника. «Гонец» фактически новая система связи для разведки. Замысел «Гонца» был в том, что низкоорбитальная группировка спутников связи позволит сделать наземные передатчики более компактными и передавать информацию с них можно будет из любой точки Земли. Спутник, пролетая над местом, где расположен передатчик, пеленгует его, записывает информацию, а проходя над Россией, сбрасывает ее в центр. Абонент системы «Гонец-Д1М» имеет возможность отправлять и получать текстовые сообщения неограниченного объёма, используя абонентский терминал «Гонец». Еще в 1991 г. «Гонца» приняли на вооружение. Потребителями ее услуг пока являются только государственные ведомства. Однако российская орбитальная группировка специального назначения отстает от аналогичной группировки США. Чем ниже орбита, тем качественнее связь. Однако, чем ниже орбита спутника, тем меньше его зона охвата, тем большее количество космических аппаратов входит в космическую группировку, что усложняет и удорожает ее развертывание и обслуживание и, следовательно, делает дороже трафик.

В июне 2018 г. о создании глобальной многофункциональной спутниковой системы, способной конкурировать с зарубежными системами глобальной спутниковой связи типа OneWeb рассказал В.В. Путин: «Новая программа «Сфера», которая предполагает запуск на ближайшие несколько лет 600 с лишним спутников, которые будут заниматься и позиционированием, и зондированием Земли, и связью. Это будет вообще прорыв». Точно, что такое «Сфера» никто не знает. «Сфера» является развитием идеологии многоспутниковых систем. Она включает в себя спутниковые системы на орбитальных, промежуточных и низких орбитах. Это системы связи, навигации, дистанционного зондирования Земли и еще чего-то. В рамках «Сферы» планируется запуск 10 орбитальных группировок. Согласно якобы уточнённым данным, группировка российской системы «Сферы» к 2030 году должна насчитывать 638 космических аппаратов, из которых 334 спутника связи, 249 аппаратов дистанционной съемки Земли, 55 спутников навигации. В «Роскосмосе» рассчитали, что в течение 10 лет потребуется запустить 88 средних ракет «Союз-2.1б», 36 легких ракет «Ангара-1.2» и 24 тяжелые ракеты «Ангара-А5». «Роскосмос» запросил 1,5 трлн рублей на создание спутниковой системы «Сфера». Это больше размера всей Федеральной космической программы России с 2016 по 2025 годы. Частные инвестиции составят 350 млрд рублей. Сейчас у России на всех орбитах 160 спутников. 70% из них управляются МО.

У меня большие сомнения в осуществлении программы «Сфера» к 2030 г. Это касается возможности создания крупносерийного производства малых спутников на низких орбитах с характеристиками не хуже зарубежных, не говоря уже о их стоимости. Современная промышленность России не соответствует передовым технологиям необходимых в программе «Сфера». Когда-нибудь, лет через 30, можно будет принимать информацию (включая телевидение) непосредственно на свой смартфон или планшет из любой точки земного шара. Для этого нужно только создать высокотехнологическую промышленность и поменять государственное устройство.

Массовое производство малых спутников до 200 кг. и дальнейшее снижение их веса привело к изменению соотношения по стоимости между спутниками и средствами выведения. Ракеты носители стали дороже спутников. Малые космические аппараты (МКА) делятся на следующие классы (в зависимости от массы): собственно, малые космические аппараты (до 1000 кг), «мини» (от 100 до 500 кг), «микро» (от 10 до 100 кг), «нано» (от 1 до 10 кг), «пико» (от 0,1 до 1 кг) и «фемто» (до 0,1 кг). Средства выведения таких спутников самые разнообразные. РН среднего класса могут выводить одновременно много спутников. Пока рекорд за И. Маском 143 спутника, у Индии 104. Это выгодно, когда однотипные МКА выводятся па близкие орбиты, но не годится, когда спутники разные и имеют разные орбиты. Много одиночных МКА создается учебными заведениями, научными организациями, различными общественными организациями и частными лицами. Они самые разнообразные по весам м орбитам. Их не всегда удается пристроить, как побочный груз к существующим РН. Во многих странах, в коммерческих целях, создаются малые средства выведения, которым нужны простые и дешевые двигатели для РН, и даже микродвигатели, выполняющие функции разгонных блоков существующих РН. Это совершенно новая область космического двигателестроения.

Пилотируемая космонавтика.

12 апреля 2021 г. праздник, когда вся Россия и многие в зарубежных странах отмечают 60 годовщину первого полета человека в космос. Ю.А. Гагарин был гражданином СССР – страны, которой не существует уже 30 лет. В 2021 г. 12 апреля, как и 9 мая – «Праздник со слезами на глазах».

Небольшое отступление по истории этого полета. Если запуск первого искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г. результат **создания средств выведения**, то полет Ю.А. Гагарина результат **создания средств сведения** с орбиты Земли. Начиная с сентября 1957 г. в ОКБ-1 С.П. Королева проводились работы по созданию тяжелых спутников в интересах МО, как спутников космической фоторазведки. С весны 1957 г. в ОКБ-1 перешел из НИИ-4 МО соратник Королева еще по ГИРД М.К. Тихонравов - инициатор создания спутников и автор проекта полета человека в космос еще в 1945 г. на связке из трофейных ФАУ-2, а сейчас на ракете Р-7. При создании спутников фоторазведки «Восток» предполагалось возвращать спускаемый отсек с фотопленкой путем тормозного импульса пороховым двигателем по предложению другого соратника Королева по ГИРД Ю.А. Победоносцева. Постановлением Правительства от мая 1959 г. полет человека в космос предполагался при создании корабля «Восток-3» после корабля фоторазведки «Востока-2». В 1958 г. в США началась разработка программы пилотируемых полетов. Получены сведения, что США собираются совершить пилотируемый полет в апреле 1961 г. В конце 1958 г. Королев поехал в Люберцы к Победоносцеву, где убедился, что двигателя не будет. Есть заряд, но нет корпуса. Королев обратился к Исаеву, который только в декабре 1958 г стал главным конструктором самостоятельного, перегруженного заказами ОКБ-2 выйдя из НИИ-88. Непонятно, как решился Королев заменить простой твердотопливный двигатель на сложный ЖРД с турбонасосным агрегатом. Непонятно, как согласился Исаев взяться за **создание первой космической двигательной установки** с забором топлива в невесомости, и с запуском ЖРД в вакууме при минимальном весе и в кратчайшие сроки. Занимаясь отработкой двигателя ТДУ отмечу, что не было сколько бы существенных замечаний к конструкторам двигателя. (**первое испытание двигателя ТДУ – сентябрь** 1959 г.) Сроки удалось сократить за счет повторного использования одноразового ЖРД на этапе конструкторской отработки с грубейшими нарушениями техники безопасности и с подключением военной приемки только с этапа завершающих испытаний. На ограниченном количестве материальной части удалось подтвердить требуемую надежность испытаниями на несколько требуемых ресурсов. Перед переходом на испытания ТДУ пришел С.П. Королев на демонстрационное испытания двигателя, и остался доволен ходом отработки. Это сокращение сроков позволило на несколько месяцев сократить время выхода на ЛКИ (**первое ЛКИ «Востока» 15 мая 1960 г.**) и обогнать США, которые провели запуск в космос в суборбитальном полете до высоты 187 км. астронавта Алана Шепарда 5 мая 1961 г., а первый орбитальный полет Джона Гленна состоялся только 20 февраля 1962 г

**У корабля «Восток» все жизненно важные системы были задублированы, кроме тормозного двигателя**, поэтому для возможности аварийного его спуска в случае отказа тормозного двигателя была выбрана орбита, которая обеспечивала время существования корабля на орбите от 2 до 7 суток. Таким образом, резервным режимом спуска было естественное торможение в атмосфере. Двигатель отключился на 15 секунд позже положенного. В результате корабль вышел на более высокую орбиту. Апогей орбиты оказался 327 км вместо расчетных 230 км. Время существования корабля на данной орбите до спуска за счет естественного торможения составляло уже около 30 суток. К этому времени космонавт бы погиб. Оставалось надеяться, что тормозная двигательная установка сработает штатно. Несмотря на еще несколько нештатных ситуаций полет закончился благополучно.

Будущее пилотируемой космонавтики туманно, как в России, так и во всем Мире. Сначала о России. Что касается ближнего космоса мы почти все познали. Вскоре закончит существование Международная Космическая Станция (МКС). Как жить дальше? 30 % из ежегодного бюджета Роскосмоса в 120 млрд. рублей приходится на пилотируемую космонавтику. Тысяч 70 человек во многих десятках предприятий и организаций заняты работами на пилотируемый космос. Среди них головное предприятие Роскосмоса РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Никаких научных, народно-хозяйственных или военных задач для пилотируемой космонавтики в ближнем космосе не видно. Рациональней всего было бы прекращение пилотируемых полетов, тем более, что «денег нет». Но это влечет за собой потерю десятков тысяч рабочих мест и потерю престижа России, как космической державы. Не способствует это и престижу правительственной элиты России среди «глубинного населения». Скорей всего придется «рубить хвост собаке по частям». В этом случаи самое лучшее продление работы МКС до 2028 или до 2030 г. Тогда можно пристроить готовые и строящиеся модули и перейти на ограниченное число полетов космонавтов в режиме посещения, но такое решение зависит от США, а так же от состояния российского сегмента МКС, который прохудился нуждается в ремонте.

Создание собственной орбитальной станции. даже с применением имеющихся модулей, практически невозможно по техническим и финансовым причинам. Возможны разовые полеты к китайской орбитальной станции, но это уже политическое решение на высшем государственном уровне. Советская и российская пилотируемая космонавтика так и не вышла за пределы низкой орбиты Земли. Попытка полета на Луну задуманная С.П. Королевым с Н1-3Л была прекращена после его смерти закрытием работ по созданию ракеты носителя Н-1. Полеты на Луну или к ее искусственному спутнику российских космонавтов бессмысленны после высадки астронавтов США на Луну в далеком 1969 г. Таким образом российская пилотируемая космонавтика приходит к концу – «Прости нас Юра».

Пилотируемая космонавтика продолжается в США и Китае. Близка к пилотируемым полетам Индия. Разрабатываются пилотируемые программы в Европейском Союзе, Японии, Иране, Турции, Малайзии. В США НАСА прекратит финансирование МКС в 2025 г. и передаст ее в частное пользование. Пилотируемые полеты к станции будут продолжаться в коммерческих целях. В пилотируемых полетах к МКС будут участвовать также фирмы И. Маска и Д. Безоса. НАСА планирует возобновить пилотируемые полеты на Луну уже в 2024 г. и не исключает возможность пилотируемого полета на Марс после 2030 г. а И. Маск считает, что первый человек ступит на поверхность Марса в 2026 г., а возможно даже в 2024 г. Китай с 2003 г. совершает пилотируемые полеты в ближней космос и с 2011 г. имеет первую орбитальную станцию, а с 2020 г. начал строительство многомодульной долголетний орбитальной станции по типу МКС. В процессе освоения Луны Китай планирует пилотируемые полеты на Луну к 2030 г. с дальнейшим строительством лунной базы. Индия уже в 2021 г. планирует начать пилотируемые полеты.

Теперь об общих перспективах пилотируемой космонавтики. На мой взгляд она прошла пик своего развития, и ее доля в космонавтике неуклонно снижается. Для этого есть много причин.

1. Технический прогресс последние десятилетия заменяет человека во многих областях деятельности. Роботы в промышленности, автомобили, самолеты поезда, танки без водителей и прочее. Интеллект человека поколеблен после того, как компьютер обыграл в шахматы чемпиона мира.
2. Человек в космосе был нужен для познания принципиально новых вопросов. Сей час он стал ненужным балластом, ему нужна система жизнеобеспечения, которая сама периодически требует ремонта. Это дополнительные веса и стоимость. Пилотируемая космонавтика перестает быть государственным делом и переходит в частные руки.
3. Марсианские аппараты США доказали, что они могут сделать больше, чем человек, включая ответ на вопрос «если жизнь на Марсе».
4. Для человеческого организма вредно длительное пребывание в космосе в состоянии невесомости, **но самое главное радиационная безопасность.**.

На Земле мы защищены от радиации атмосферой и магнитным полем. В среднем проживающий на Земле человек, не имеющий дела с источниками радиации, ежегодно получает дозу в 1 миллизиверт (мЗв). Получение в течение жизни допустимой дозы в 1 Зв в среднем укорачивает жизнь на три года.

Космонавт на МКС зарабатывает 0,5–0,7 мЗв. ежедневно. МКС летает на высоте 400 км. Из-за торможения в остатках атмосферы она теряет высоту и ее периодически поддерживают. Выше поднять нельзя, т.к. на высоте 500 км. начинается нижняя граница внутреннего (протонного) магнитного пояса. В настоящее время медициной установлена максимальная предельная доза, которую в течение жизни человеку превышать нельзя во избежание серьезных проблем со здоровьем - это 1000 мЗв, или 1 Зв. Таким образом, даже работник АЭС с его нормативами может спокойно трудиться лет пятьдесят, ни о чем не беспокоясь. Космонавт же исчерпает свой лимит всего за пять лет.

На Луне суточная радиация в 2,6 раза больше чем на МКС. Луна не имеет своего магнитного поля, поэтому при вспышках на Солнце уровень радиации резко усиливается. Долговременное пребывание человека на Луне возможно под слоем грунта толщиной около метра.

На Марсе радиация в 2,5 выше, чем на МКС. Атмосфера Марса слабая. На поверхности она такая, как на Земле на высоте 30 км., и не спасает от вспышек на Солнце, когда уровень радиации возрастает на порядок. Но опасность радиации скажется еще на стадии полета к Марсу. На современном уровне время полета на Марс и обратно примерно 15 месяцев. Многое зависит от того будут ли в это время вспышки на Солнце и какая будет создана защита от радиации в марсианском корабле. При благоприятном стечении обстоятельств человек может слетать на Марс и вернуться, но то, то он получит лучевую болезнь почти гарантировано. Все равно найдутся добровольцы слетать на Марс, но о возможности переселения человечества на Марс можно забыть.

Земля на многие столетия останется пристанищем всего живого, защищенная от радиации магнитными поясами и атмосферой. Если найдутся планеты пригодные для жизни, то для переселения туда людей нужны но крайней мере два условия: вывести породу людей стойких к любой радиации и создать корабли передвигающиеся со скоростью света. Нам нужно думать о сохранении жизни на Земле, которая может погибнуть от действий отдельных людей или стран, но это уже другая тема.