Фред Ортенберг

Израиль в космосе

Двадцатилетний опыт (1988-2008)

Израиль в космосе Двадцатилетний опыт (1988-2008)

© Все права принадлежат Фреду Ортенбергу, Июль 2009

В этой цветной, прекрасно иллюстрированной книге приведены в хронологической последовательности самые существенные свершения в израильской истории освоения космоса за прошедшие 20 лет. Описаны ключевые тенденции в лидирующих программах гражданской и военной космонавтики — наблюдения Земли, телекоммуникаций, технологии, пилотируемых полетов, навигации. Проанализированы некоторые аспекты космического рынка, динамики бюджета, инициатив сотрудничества, политики. Эссе Моше Гельмана, представленное в предисловии, ориентировано на проблемы, ожидающиеся впереди. Авторы надеются, что будущие проекты Израиля будут успешными и своевременными, ускорят развитие космической техники и в Израиле, и во всем мире.

Отпечатано в типографии Техниона

ISBN: 987-965-555-457-1

Институт Космических Исследований, Технион, Технион Сити, Хайфа, 32000, Израиль http://www.technion.ac.il/ASRI

Содержание

Предисловие (<i>проф. М.Гельман</i>)	3
1. Краткая история освоения космоса в Израиле	7
2. Спутники дистанционного зондирования Земли	14
3. Спутники связи и экспериментальные спутники	22
4. Главные черты и направления развития	32
5. Космический маркетинг	36
6. Наблюдение и связь – приоритетные направления	39
7. Стратегия космической безопасности	47
8. Исследования в космосе	57
9. Космические старты	66
10. Технология и сотрудничество	7 3
11. Национальные особенности	77
12. Заключение	& 1

Предисловие

В книге представлена захватывающая цепочка событий, которые проложили путь Израилю в космос. Книга знакомит читателя с историей первоначального проникновения в космос, деталями последующих этапов развития этой отрасли, которые привели к современному состоянию израильской космонавтики. Книга является хроникой успешного проекта, начатого в 1980ых небольшой командой пионеров, состоящей из инженеров, ученых и военных, которые привели в движение израильскую космонавтику. Благодаря проекту, Израиль в настоящее время является лидером в вопросах дистанционного зондирования Земли, космической связи, в разработке малых спутников, в других областях космической науки и техники. Книга посвящена не только истории прошлых успехов, но главным образом, анализу тенденций развития национальной космонавтики с прицелом на перспективу. В книге приведена информация о многочисленных достижениях в космических технологиях, заявленных за прошедшие 20 лет, и о препятствиях, которые должны быть преодолены, чтобы в последующие годы продвижение Израиля в космос также было успешным.

Никто еще не написал полную историю освоения космоса в Израиле. Этому имеется несколько объяснений:

- двадцать лет период слишком короткий для истории;
- отсутствие профессиональных историков для описания технического прогресса;
- недостаток сохранившейся документации, пригодной для написания истории.

Поэтому издание данной книги представляется очень своевременным. Написана она ведущим специалистом нашего Института Космических Исследований, проработавшем ранее в России в различных институтах космической отрасли в течение 40 лет.

Традиционно первое описание явления (феномена) проводится человеком со стороны. В этом есть своя логика. Например, лингвисты считают, что первая грамматика языка иврит была создана персом. Общеизвестно, что превосходные географические, художественные, этнографические представления новых стран принадлежат первооткрывателям-чужеземцам. Поэтому можно считать закономерным, что первый сжатый очерк начальной

стадии космического развития Израиля выполнен не коренным участником этих событий, а репатриантом из России.

Конечно, 20 лет — это еще не история, а лишь зарождение чего-то нового в недрах общества. Однако анализ истоков процесса является очень ценным по ряду причин. Во-первых, многие события быстро забываются и становятся неизвестными для последующих исследователей. Во-вторых, формирование явления во многом происходит именно в начальный период. Благодаря этому, можно лучше понять, точнее спрогнозировать и при необходимости откорректировать дальнейшее развитие.

К сожалению, большинство изданий по истории техники посвящены или очень узким вопросам, или вкладу выдающихся личностей в развитие отдельных отраслей, и поэтому интересны только для специалистов. А популярные исторические издания являются поверхностными, зачастую в них отсутствуют ключевые технические подробности, а представленные данные недостаточно точны. Предлагаемая книга занимает промежуточное положение между этими крайностями. Книга содержит важную достоверную информацию по обсуждаемым вопросам, обычно отсутствующую в популярных публикациях. В тоже время технические характеристики не довлеют и не мешают восприятию материала, и любой читатель, интересующийся исследованием космоса и историей Израиля, сможет без затруднений прочитать ее.

Историю создания Космического Агентства Израиля, процесс преодоления технологических проблем, невероятные достижения в космосе, состояние израильской космической индустрии и ее положение на мировом уровне, анализ тенденций, будущие перспективы - все это вы найдете в книге, написанной ярко, легко читаемой и отлично иллюстрированной. Встречаются в книге отдельные спорные трактовки, не снижающие, однако, высокой уровень объективности и профессионализма. Материалы, приведенные в книге, разбросаны по разнообразным источникам — это и публикации в журналах, и Интернет сообщения, и научные отчеты, и маркетинговые исследования и т.д. Собранные вместе, проанализированные и обобщенные они создают целостную картина развития израильской космонавтики. Книга является своеобразной энциклопедией такого нового явления, как израильская космическая жизнь. Мне кажется, что книга может стать пособием для студентов, помочь им при овладении навыками аэрокосмического проектирования.

После двадцати лет пребывания в космосе отчетливо видно, как далеко мы продвинулись в освоении космического пространства и как сильно мы теперь зависимы от космоса. Созданные за прошедшее время операционные

космические системы позволяют нам общаться со многими частями мира, осуществляют контроль погоды, обеспечивают навигацию самолетов, защищают ресурсы Земли, предупреждают нас о террористической деятельности и т. п. Необходимость дальнейшего продвижения в космос, признание большой выгоды, получаемой уже в настоящее время с помощью космоса, остается в значительной степени фактом, непризнанным большинством людей вне космического сообщества. Разъяснение важности космических программ - только одна из проблем, которые помогают решать книги, подобные предлагаемой. Мне кажется, что данная книга с удивительной убедительностью показывает, как космические достижения делают человеческую жизнь более безопасной и комфортабельной в глобальном масштабе и в границах нашей маленькой страны.

И все же главное достоинство книги состоит в том, что она позволяет сосредоточиться на последующих годах завоевания космоса, уточнить видение будущего развития космической науки и техники в Израиле. Будем надеяться, что изложенные в книге идеи помогут представителям правительства, промышленности и академии рассмотреть политические, экономические и социальные аспекты будущих программ и выбрать такие направления, которые поднимут эффективность использования космоса.

Мне также хочется внести вклад в поиск оптимальных решений, и поэтому я предлагаю свой персональный взгляд на израильскую космическую программу. Начну с часто задаваемого вопроса: находясь в Израиле, в постоянном состоянии борьбы, зачем нам заниматься космосом? Мой ответ и моя убежденность состоят в том, что космос имеет первостепенное значение для текущего благосостояния и является неотъемлемым элементом нашего будущего.

Для нашего народа нет ничего важнее вдохновенной мечты. Исследование космоса и его освоение – уже не только мечта; это действительность, которую можно превратить в лучшее будущее для всех нас. Мы ежедневно напрягаем наши умы, чтобы уцелеть и справиться с физическими, социальными, душевными и умственными вызовами. Изучение и применение космоса требуют вклада всех способностей в новой среде. Космическая деятельность создает цели для обучения, новые научные знания, новые технологии, которые в свою очередь могут быть направлены на новые применения на Земле, на новые рынки для наших изделий, на новые должности и карьеры. Она ответит на ключевые вопросы о происхождении, распространенности и долговечности жизни во Вселенной.

Государство Израиль преуспело в области применения робототехники в дистанционном зондировании, связи, навигации. Космическая программа Израиля после ее запуска уже 20 с лишним лет стоит на прочном основании. Три основных опоры, на которых стоит научная технологическая программа обучение, исследование и разработка - созданы и находятся в действии. Научные институты, исследовательские центры и промышленность в настоящее время на полном ходу. Промышленная база с ее главным компонентом – Израильской Авиационной Индустрией (IAI) – в содружестве с Рафаэлем и Эльбит/Эль-Опом напряженно работают. Технион – Израильский технологический институт – посредством образовательной деятельности его факультета аэрокосмической vникального технологии и исследовательской работы под руководством Института Космических Исследований имени Ашер – создают долгосрочный потенциал для амбициозной космической программы.

Государство Израиль приобрело компетентность в области пусковых установок, малых спутников, злектро-оптической аппаратуры, разработке центров управления полетом, обработки информации и т.д. Реализуется энергичная программа по новым и передовым техникам: электрореактивным двигателям, лазерной межспутниковой связи и измерению расстояний между спутниками. Мы занимаем видное место в планетологии, в изучении атмосферы, в астрофизике и микрогравитации.

Роботы умеют добывать техническую информацию, но не способны — как живой человек — соображать, быстро реагировать, устанавливать взаимосвязи и созидать теории. Они могут предоставлять факты, но для их понимания необходим человеческий разум. Иногда можно узнать больше, и гораздо быстрее, побывав на месте. Для этого Израиль обязан в дальнейшем продолжить участвовать в пилотируемых полетах. Освоение космоса и его технологий, пребывание в нем, также как и средства для доставки аппаратов в космос — являются элементами национального суверенитета. Они — основные составляющие независимости, стратегии обороны, науки и ее применений, в частности, в таких областях, как дистанционное зондирование Земли, космическая связь и навигация.

Профессор Моше Гельман, Директор Института Космических Исследований Хайфа, Июль 2009

1. Краткая история освоения космоса в Израиле

Официально Израиль исчисляет свой космический возраст с 19 сентября 1988года — дня запуска первого спутника, ОФЕК-1, собственной трехступенчатой ракетой ШАВИТ. Благодаря этому старту, Израиль вошел в престижный клуб государств, способных самостоятельно запускать космические летательные аппараты. Тогда, 20 лет тому назад таких стран было восемь: США, Россия, Англия, Франция, Китай, Япония, Индия и Израиль. Естественно, что запуск спутника стал кульминацией процесса создания израильской космической индустрии, процесса разработки и испытаний спутника и ракеты-носителя — процесса, начатого в 1981 году одобрением космической программы премьер- министром Менахемом Бегином и основанием в 1983 году Израильского Космического Агентства (ИКА).

Агентство возглавил выдающийся ученый-физик Юваль Нееман, успешно сочетавший на протяжении своей жизни интенсивную научную деятельность с блестящей военной карьерой. Его исследования и открытия относились к фундаментальному разделу современной ядерной физики – к теории кварков – основных составляющих объектов, определяющих взаимодействие элементарных частиц. Полученные им результаты признаны научной общественностью выдающимися, отмечены престижными премиями, а сам ученый избран членом академий наук многих стран. Одновременно на военной службе он занимал такие ответственные позиции, как заместитель начальника армейской разведки, военный атташе в Англии.

Основная роль ИКА сводилась к содействию космической активности в Израиле. ИКА поддерживало частные и академические проекты, координировало их усилия, взаимодействие военных и промышленных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, инициировало и развивало международное сотрудничество и совместные проекты, возглавляло проекты, выполняемые многими соисполнителями, пропагандировало достижения и важность освоения космоса. С годами активность ИКА постоянно расширялась. На первых порах из ежегодно расходуемых Израилем на космос около 50 млн. долларов лишь незначительная часть порядка 5 млн. долларов проходила через бюджет ИКА.

В 1984 году при Хайфском Технионе был создан Институт Космических Исследований имени его спонсоров - семьи Ашер. Одно из направлений

деятельности института состоит в решении научных, технологических и проектных задач в космической области. Другой важной направленностью работы института является подготовка научных и технических кадров космического профиля. Институт нацелен на формирование космической национальной перспективы. Этому способствуют проводимые регулярно международные встречи по космическим проблемам, междисциплинарные исследования, участие в большинстве проектов Института Космических Исследований израильских университетских ученых и инженеров, специалистов, занятых в космической промышленности.

Позднее к изучению космоса подключился Институт Авиационных и Космических Стратегических Исследований имени братьев Фишер в Герцелии, который регулярно проводит публичные мероприятия, конференции и встречи; издает и распространяет через Интернет информационные материалы, аналитические статьи, посвященные различным космическим проектам. Институт способствует формированию национальной космической программы и консолидации научной, технической и военной общественности вокруг космических проблем.

Ничуть не умаляя значения деятельности вышеперечисленных организаций в консолидации усилий по освоению космоса, следует отметить, что реализация космической программы стала возможной лишь благодаря развертыванию специальных производственных мощностей, испытательного оборудования, средств доставки космических аппаратов на орбиту, наземных станций управления полетом и т.д. Прорыв в космос был невозможен без привлечения и обучения сотен талантливых инженеров, техников, рабочих, без их самоотверженного служения и преданности делу. Основные космические проекты были осуществлены крупными предприятиями компании Израильская Аэрокосмическая Промышленность IAI (Israel Aircraft Industries) и РАФАЭЛЬ.

Как известно, для землян космическая эра началась более 50 лет тому назад в октябре 1957 года запуском первого советского спутника Земли. Сразу же после поздравления «бип-бип», отправленного этим космическим первопроходцем, стало очевидным, что космос предназначен для человечества, что освоение космического пространства — судьба последующих поколений людей. Наступила космическая эра. Однако всякая история имеет свою предысторию. Утверждают, что первыми успехами в космосе Америка и Россия обязаны ученым и инженерам, вывезенным в эти страны из Германии после Второй Мировой Войны. Существовал даже такой анекдот. В начале космической эры встретились однажды на орбите советский спутник и американский ехрlогег. Поприветствовал спутник своего американского партнера на английском языке, на что тот ответил: «Не напрягайтесь, коллега.

Давайте продолжим общение на немецком языке – ведь мы его знаем значительно лучше».

За прошедшие годы космонавтика прошла большой путь поисков и открытий, вобрала в себя лучшие достижения научно-технического прогресса. Люди различных национальностей в различных странах внесли свой вклад в космические свершения. К тому времени, когда молодое израильское государство только начало планировать свою космическую активность, лидирующие в космосе страны уже успели продемонстрировать впечатляющие результаты в ближнем и дальнем космосе, в пилотируемых миссиях.

Решение о начале работ, связанных с освоением космического пространства, было трудным и сложным, оно не могло быть принято автоматически в такой маленькой стране как Израиль с его ограниченными ресурсами. Это был очень смелый шаг, учитывая множество важных, неотложных проблем, стоящих перед государством. Необходимость развертывания космической программы на этапе становления обосновывалась оборонными задачами, в первую очередь потребностями разведки.

Космический проект возник и развивался на базе опыта, накопленного наукой и индустрией в создании боевой ракетной техники. Среди разнообразного ракетного вооружения имелась баллистическая ракета ИЕРИХОН-2, которая и стала прототипом ракеты-носителя Шавит, предназначенной для запуска спутников на орбиту. Все три ступени ракеты используют твердое горючее, и эта ракета применялась при всех запусках израильских собственных спутников, которые стартовали с территории Израиля. Разработка и запуск первых спутников в столь короткие сроки были бы невозможны без предшествующего создания высокой технологии в области электроники, вычислительной техники, электро-оптики, техники получения изображений. Заметный прогресс достигнут израильскими инженерами в миниатюризации космического оборудования. Спутники израильского производства считаются легкими и характеризуются малыми размерами.

Важно отметить, что Израиль не может проводить работы в космосе с таким размахом, какой могут себе позволить страны космического клуба, выделяющие на эти цели миллиардные ассигнования. Америка, например, ежегодно инвестирует на гражданские и военные космические программы более 35 млрд. долларов, при этом только бюджет НАСА в среднем превышает 16 млрд. долларов в год. Европейский Союз вкладывает в космос ежегодно 10 млрд. долларов, причем практически весь бюджет расходуется на гражданские проекты, а объем финансирования Российского Федерального Космического Агентства в последние годы составлял более одного млрд. долларов и большая

часть его ассигновалась на гражданскую деятельность. У Израиля нет такого мощного экономического потенциала и, кроме того, имеются другие, жизненно важные проблемы. Правительственные затраты Израиля на космос в последнее время не превышают в среднем 80 млн. долларов в год. Несмотря на столь скромный бюджет, Израиль является одним из немногих независимых космических государств, имеющих весомые достижения в космической деятельности. В израильской программе, отличающейся вначале выраженной военной направленностью, после запусков спутников связи, исследовательских спутников, коммерческих спутников дистанционного зондирования Земли был достигнут впечатляющий баланс между военными и гражданскими применениями космических средств.

Вспомним теперь, что первенец израильской космонавтики спутник ОФЕК-1 (офек в переводе с иврита - горизонт) стартовал с космодрома «Пальмахим» в центре страны на низкую эллиптичную орбиту (250X1150км) с непривычным наклонением 143 градуса. Вспоминается сообщения о запуске первого израильского спутника, появившиеся в советских средствах массовой информации. Среди прочих данных о характеристиках спутника отмечалось, что спутник выводился на орбиту в западном направлении, а не на восток, как это принято в мировой практике. Возможную причину такого непривычного запуска один из комментаторов - по-видимому, большой юморист - усмотрел в том, что пишут на иврите также справа налево, а не наоборот, как предписано алфавитами европейских языков.

В отличие от общепринятой схемы запуска по направлению вращения Земли, на восток, спутник ОФЕК-1 (а также последующие спутники, стартовавшие с территории Израиля) запускался в западном, обратном вращению Земли направлении для того, чтобы трасса полета ракеты пролегала над Средиземным морем, проливом Гибралтар, Атлантическим океаном, и отработавшие ступени падали на водную поверхность. С точки зрения нагрузки на ракету подобная схема выведения является невыгодной, снижает стартовый потенциал носителя, но другого выхода у Израиля нет. При другом направлении запуска, из-за особенностей географического положения Израиля, траектория выведения будет проходить над соседними арабскими государствами. Получить согласие этих стран на осуществление подобных стартов не представляется возможным, поскольку с большинством из них у Израиля, как известно, нет даже дипломатических отношений. Таким образом, геополитический статус Израиля сыграл злую шутку с космическими стартами, выполняемыми собственной ракетой- носителем.

Необходимость снижения массы полезной нагрузки при запуске на ретроградную орбиту, обычно рассматривается как серьезное препятствие для космической программы Израиля. Однако, получающаяся при запуске на запад орбита с наклонением 143 градуса может быть осуществлена по фазе так, чтобы дать исключительно хорошее покрытие Ближнего Востока в дневное время. Орбита спутников ОФЕК формируется именно таким образом и обеспечивает в течение суток около полдюжины проходов над территорией Израиля и окружающих стран в дневное время. Предполагаемые американские и российские спутники-шпионы получают только один или два прохода в день с их орбит, имеющих более высокое наклонение. Тем не менее, описанные только что ограничения, а также необходимость запуска спутников связи на геосинхронную орбиту, недоступную для израильской ракетной системы, привели к тому, что Израиль в последнее время для выведения космических аппаратов все чаще прибегает к услугам других стран.

За два десятилетия, прошедшие после первого запуска, израильские специалисты создали десятки образцов космической техники, запустили космические аппараты различного назначения. Хроника пусков израильских спутников - свершенных и ожидающихся в самое ближайшее время - представлена на цветном вкладыше (Таблица 1). На этой таблице справа и слева от года запуска приведены название спутника, название пусковой установки (ракеты), и адрес стартовой площадки (город, страна). Завершенные миссии окрашены розовым цветом; спутники, функционирующие до настоящего времени – зеленым; планируемые миссии – фиолетовым; неудачи при запуске спутников отмечены серым.

Наиболее важные характеристики космических аппаратов, изображенных на иллюстрации, описаны ниже в хронологической последовательности вначале для оснащенных съемочными камерами спутников, а затем для исследовательских спутников и спутников связи. Как видно, разведывательные и гражданские спутники зондирования земной поверхности размещены в правой части рисунка, а спутники связи и научно-исследовательские программы представлены слева от расположенного в центре хронологического древа.

Спутники связи и исследований

наблюдения Земли

Site	Rock.	Satellite	Years		Satellite	Rock.	Site
		AMOS-6	2011			Souz -	French
				2010	VENUS	Fregat	Guiana or
		AMOS-5	2011	2010	V EI (CB	PSLV	Sriharikota,
				****			India
		AMOS-4	2012	2010	EROS-C	Start-1	Svobodny,
D '1	D	INSA-1	2010		ODTIG		Russia
Baikonur, Kazakhstan	Dnepr	INSA-1	2010		OPTIC. SAT		
Sriharikota,	Indian	Telescope	2010	2008	TECSA	PSLV	Sriharikota,
India	GSAT	TAUVEX	2010	2008	R R	PSLV	India
Baikonur,	Zenith	AMOS-3	2008	2007	OFEO-7	Shavit	Palmachim,
Kazakhstan	-3SLB	AIMOS 3	2000	2007	OFEQ-7	Shavit	Israel
French	Ariane	SLOSH	2005	2006	EROS-B	Start-1	Svobodny,
Guiana	7 H Hune	SAT			EROS B	Start 1	Russia
Baikonur,	Soyuz	AMOS-2	2003	2004	OFEQ-6	Shavit	Palmachim,
Kazakhstan	Fregat						Israel
Kennedy,	Shut.	STS-107,	2003	2002	OFEQ-5	Shavit	Palmachim,
Florida,US	Col.	I. Ramon					Israel
Baikonur,	Zenith	TECH	1998	2000	EROS-A	Start-1	Svobodny,
Kazakhstan		SAT-2					Russia
French	Ariane	AMOS-1	1996	1998	OFEQ-4	Shavit	Palmachim,
Guiana			100-				Israel
Plesetsk,	Start	TECH SAT-1	1995	1995	OFEQ-3	Shavit	Palmachim,
Russia		SA1-I		.00	OFFIG 6	GI :	Israel
			1990		OFEQ-2	Shavit	Palmachim,
			1000		OFFO 1	CI '	Israel
			1988, Sept., 19		OFEQ-1,	Shavit	Palmachim,
			Бері	., 17	First Sat		Israel

Таблица 1. Хроника запусков спутников

Цветовая легенда

Цвет	Состояние миссии
	Завершенные миссии
	Функционирующие спутники
	Планируемые миссии
	Неудачные запуски

Цвет	Космодром
	Израиль
	Россия
	Казахстан
	Индия
	Франция
	Америка



Рис.1. Первые спутники ОФЕК-1, -2 и -3



Рис.2. Спутник ЭРОС-А

2. Спутники дистанционного зондирования Земли

Освоение космоса Израилем началось, как уже было сказано, с запуска экспериментальных спутников серии ОФЕК (Рис.1) с помощью ракеты Шавит, созданной в Израиле. Первые спутники ОФЕК не имели бортовой камеры. Только на ОFEQ-3 было установлено электрооптическое устройство, предназначенное для наблюдений Земли. Спутник стал первым израильским операционным спутником, сбрасывающим на наземную станцию изображения Земли превосходного качества. Проработав 7 лет, превысив более чем вдвое ожидаемый полетный ресурс, ОФЕК -3 прекратил существование при возвращении на Землю и сгорании в атмосфере. Попытка запустить следующий разведывательный спутник ОФЕК-4 стоимостью 50 млн. долларов окончился неудачно. В то время как первая ступень ракеты отработала нормально, проблемы, возникшие в полете, разрушили ракету и спутник на второй минуте полета.

ЭРОС-А (Система Наблюдения за Земными Ресурсами) - первое поколение системы гражданских спутников отображения земной поверхности. Спутники серии ЭРОС (Рис.2) разработаны и изготовлены корпорацией ІАІ по заказу компании Image SAT International. К слову, название спутников не имеет ничего общего с эротикой, это - аббревиатура от английского названия программы Earth Resources Observation Systems. ЭРОС-А разработан на основе военного разведывательного спутника OFEQ-3, который был ранее создан также IAI и Эль-Оп для использования израильским правительством. Спутник весом 250 кг движется на синхронно-солнечной орбите с высотой от 480км до 510км, посылая на наземные станции черно-белые изображения, которые получены днем в одно и то же местное время и пригодны для использования в картографии, градостроительстве, и т.д. Скорость передачи видео сигнала - 70 Мбит в секунду. В стандартном режиме работы достигнутое пространственное разрешение в надире лучше, чем 1.8м при ширине изображения 12.5 км. Разрешение может быть улучшено с помощью запатентованного метода обработки изображений, который фирма называет гипервыборкой. Этот способ позволяет определенным клиентам приобретать изображения с разрешением лучшим, чем 1.2м при уменьшении ширины полосы захвата изображения до 9.5км. Спутник способен быстро разворачиваться в любом направлении от надира, чем достигается отображение множества различных областей во время одного и того же прохода. Система также позволяет получать вертикальные профили земной поверхности с разрешением 5м по высоте, необходимые для точной картографии и моделирования стереоизображений ландшафта.

ОФЕК-5 - разведывательный спутник второго поколения. Хотя точные данные о его разрешающей способности остаются до настоящего времени закрытыми, эксперты, знакомые с получаемыми изображениями, утверждают, что спутник обнаруживает небольшие объекты величиной 0.5 м с орбитальной высоты около 500 км. При тех же условиях спутник обеспечивает получение цветных изображений с разрешением лучшим, чем 1 м. 300-килограммовый ОFEQ-5 (Рис.3) вначале вращался вокруг Земли по орбите с перигеем 262 км, апогеем 774 км и наклонением приблизительно 143.5 градуса. Во время полета его перигей был поднят до 369 км и апогей был понижен до 771 км, с целью продлить продолжительность его жизни. Проектный полетный ресурс спутника ОФЕК-5 составлял примерно 4 года, однако он и по сей день все еще продолжает успешно работать. К сожалению, запуск следующего спутникашпиона ОФЕК-6 оказался неудачным. Вследствие неполадки в третей ступени ракеты-носителя Шавит спутник стоимостью в 100 миллионов долларов упал в Средиземное море.

ЭРОС-Б - спутник следующего поколения в семье спутников ЭРОС - также является легким (290-килограммовым) коммерческим спутником, которым управляет тот же международный консорциум ImageSat. ЭРОС-Б (Рис.4) запущен на солнечно-синхронную орбиту с высотой 508 км. Спутник имеет цифровую камеру для получения панхроматических изображений. Увеличенный объем памяти бортового запоминающего устройства, объединенный с быстродействием камеры, позволяет накопить сцену в виде полосы длиной 190 км при съемках под любым углом к наземному треку. Скорость передачи данных - 280 Мбит в секунду. Благодаря этому спутнику появилась возможность поставлять заказчикам снимки с очень высоким разрешением (70-80ст в надире) для широкого диапазона применений. Спутники серии ЭРОС способны быстро маневрировать изображаемыми мишенями. Ожидается, что спутник ЭРОС-Б, как и ЭРОС-А, будет работать в течение 8-10 лет. Схема работы ImageSat предоставляет клиентам почти оперативные изображения, которые обработаны и распространены местной наземной станцией во время пролета спутника над данной областью.

ОФЕК-7 - 300-килограммовый разведывательный спутник третьего поколения с беспрецедентными эксплуатационными возможностями наблюдения освещенной солнцем земной поверхности. Его длина – 2.3 м, диаметр – 1.2 м. Спутник (Рис.5) содержит усовершенствованную камеру для съемки, улучшенное программное обеспечение, расширенные возможности управления. По качеству получаемых изображений ОФЕК-7 превосходит спутник ЭРОС-Б. Двигаясь по орбите, спутник с высоты 500 км в состоянии выделять объекты на поверхности Земли размером 70 см, и даже меньше. Как и



Рис.3. ОФЕК-5



Рис.4. Спутник ЭРОС-В



Рис.5. Спутник ОФЕК-7

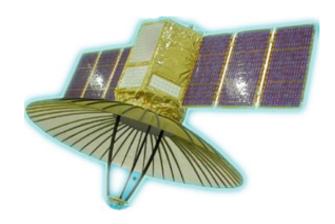


Рис.6. Спутник ТЕКСАР

его предшественник, ОФЕК-7 может хранить изображения, полученные в течение полета и сбросить их, пролетая над наземной станцией IAI. Проектный гарантированный полетный ресурс спутника — четыре года. Предназначенный для двойного использования спутник способен предоставлять услуги и военному ведомству и гражданским потребителям. В соответствии с официальной позицией, Израиль уверен в своих силах при осуществлении запусков в космос. Поэтому спутник ОФЕК-7 был доставлен на орбиту с использованием улучшенной версии отечественной пусковой установки Шавит. Благодаря исключительным операционным возможностям, спутник внес стратегический вклад в израильскую безопасность.

ТЕКСАР (Рис.6) является первым израильским спутником, снабженным Радаром с Синтезированной Апертурой (САР) и способным выполнять круглосуточное отображение Земной поверхности даже при наличии облачности. Благодаря электронному сканированию луча, изображающий радар, работающий в многомодовом режиме в Х-полосе частот, получает изображения с высокой разрешающей способностью и с большой полосой захвата на поверхности Земли. В аппаратуре спутника использована передовая радарная технология, развитая дочерней компанией IAI - Эльта. Как и другие, созданные в Израиле спутники, ТЕКСАР является легким миниспутником с массой около 300кг. Спутник ТЕКСАР был успешно исключительная полезная нагрузка на борту Индийского Средства Выведения Спутников на Полярную орбиту (PSLV). Несмотря на преимущества индийского носителя по сравнению с ракетой Шавит, политика оборонного ведомства по сохранению независимых пусковых возможностей Израиля остается неизменной. Передача изображений со спутника осуществляется в соответствии с программой на наземный центр контроля в Ехуде. Введение в эксплуатацию спутника ТЕКСАР сделало Израиль одной из ведущих стран мира по развитию спутниковых технологий.

IAI разрабатывает будущий спутник дистанционного зондирования Земли (условное наименование: оптический спутник - ОПТСАТ) на базе новой стандартизованной платформы ОПСАТ-2000 БАС, ранее. примененной при создании радарного спутника ТЕКСАР. На указанной платформе спутника ОПТСАТ (Рис.7) установлен усовершенствованный телескоп, что приводит к существенному улучшению качества получаемых изображений без значительного увеличения веса спутника. Зондирующая аппаратура содержит панхроматическую и мультиспектральную камеры, объединенные в единый оптический ансамбль и способные к одновременной совместной съемке. Модель спутника ОПТСАТ представлена здесь.

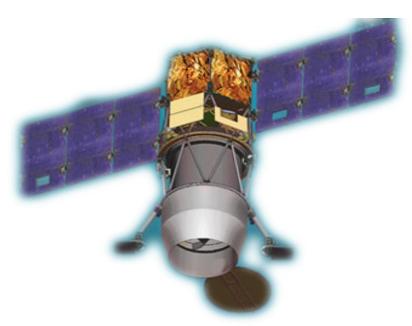


Рис.7. ОПТИЧЕСКИЙ СПУТНИК

Эту же стандартизованную платформу ОПСАТ-2000 БАС также предполагается использовать при проектировании коммерческого спутника для наблюдения Земли следующего поколения - ЭРОС-С (Рис.8), запуск которого запланирован в начале следующего десятилетия. По сравнению со спутниками ЭРОС-А и ЭРОС-В, создаваемый спутник ЭРОС-С будет получать более качественные изображения, иметь большую скорость передачи данных, а также обладать способностью получения многоспектральных снимков. ЭРОС-С будет весить 350 кг при запуске и будет двигаться по круговой солнечносинхронной орбите с высотой около 500 км. Спутник будет оборудован ССД камерой, создающей панхроматические изображения при очень высоком разрешении 0.70 м и многоспектральные - при умеренном разрешении 2.8 м при полосе захвата в надире 11 км. Камера обеспечит 20 000 пикселей на линию, по сравнению с 7 000 пикселей/линию в камере, работающей на существующей версии спутников ЭРОС. Скорость передачи данных будет составлять 455 Мбит/сек. Ожидаемая продолжительность жизни ЭРОСА-С десять лет.

ВЕНУС (Новый Микро-Спутник для Изучения Растительности и Окружающей Среды) является совместным Израильско-Французским проектом. Спутник предназначен для наблюдения Земли и нацелен на получение четких изображений сельскохозяйственных угодий и экологического контроля. Для выполнения указанной миссии в спутнике ВЕНУС (Рис.9) использованы упомянутая стандартизованная платформа, созданная ранее для спутника ТЕКСАР, а также полезная нагрузка, включающая мультиспектральную камеру (Эль-Оп) и электрическую реактивную систему с малой тягой (РАФАЭЛЬ). Спутник будет запущен на приполярную солнечно-синхронную орбиту с высотой около 720 км. Камера способна производить съемку в 12 узких спектральных полосах в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра с пространственным разрешением 5,3 метра и шириной захвата по поверхности Земли 27.5 км. Реактивная система представляет собой ионный двигатель, работающий на Холл-эффекте, который обеспечивает тягу около 13 мН при анодном потреблении 300 Вт. Мониторинг Земли с помощью камеры позволит измерить основные условия произрастания на поверхности суши и качество воды прибрежной зоны и внутренних водных ресурсов. Мультиспектральные изображения представляют новую технологию, имеющую огромное количество применений. Среди прочего, спутник сможет отслеживать избыток удобрений на сельскохозяйственных вызывающий загрязнение подземных вод, и проводить химический анализ



Рис.8. Спутник ЭРОС-С

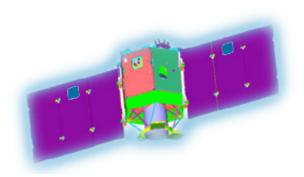


Рис.9. Спутник ВЕНУС

почвы. Данные со спутника будут поступать на станцию слежения в Швеции, после чего переправляться в космический центр в Тулузе. Там данные будут расшифровываться и передаваться более, чем 50 научным группам, уже сделавшим заказы. Для реализации миссии Израиль потратит 20 млн. долларов, дополнительный вклад Франции составит 13 млн. долларов. Расходы включают разработку, изготовление, запуск и управление в полете. В настоящее время ВЕНУС находится на стадии производства и будет запущен в 2010 году французской или индийской ракетой. Его стартовый вес составляет 260 кг, а время жизни в космосе должно превышать 4 года. Предварительная модель спутника представлена на рисунке.

3. Спутники связи и экспериментальные спутники

Класс спутников AMOC (Afro-Mediterranean Orbital System) - это семейство геосинхронных спутников связи, разрабатываемых, запускаемых и контролируемых Авиационной Промышленностью Израиля (IAI). Спутники размещаются на орбите около четвертого градуса западной долготы над Атлантикой; спутник АМОС -2 (Рис.11) расположен всего в трех милях от АМОСа-1 (Рис.10) - первого спутника этой серии, эксплуатирующегося с 1996 года. Спутник AMOC-1 построен при участии французской компании Alcatel Espace и немецкой Daimler-Benz Aerospace. Общая стоимость первого спутника связи оценивается в 210 млн. долларов, из которых 40 млн. было уплачено за запуск французской ракетой-носителем. Спутник был рассчитан на 10-летнюю службу, и с технической точки зрения по сей день работает безупречно. Передатчик на борту АМОСа-2 - на 50 процентов более мощный, чем на АМОСе -1. Это обеспечивает телевизионные и радиопередачи, услуги связи для отдельных домов, кабельных компаний и коммуникационных сетей в Израиле, на Ближнем Востоке, в некоторых европейских странах, и на восточном побережье Соединенных Штатов. Гарантийный полетный ресурс АМОСа-2 завершится в 2016 году. Транспондеры спутников АМОС-1 и -2 загружены более, чем на 90%. Доходы за услуги, предоставляемые спутниками AMOS в 2006 и 2007 годах, составили \$56млн. ежегодно в соответствии с данными компании и операторов.

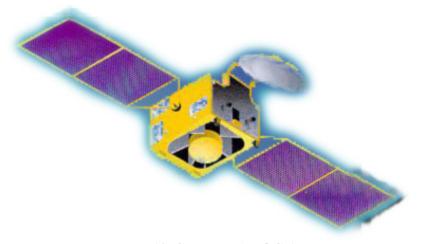


Рис.10. Спутник АМОС-1

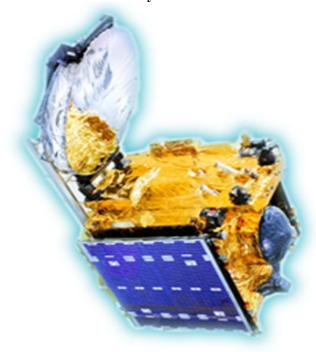


Рис.11. Спутник АМОС-2

ТЕХСАТ - Технионовский Спутник (Рис.12) начал разрабатываться в 1980-ых как студенческий проект. Привлечение ученых-иммигрантов из бывшего Советского Союза, быстро превратило учебный проект в полноценную развитую профессиональную спутниковую программу, а Технион в мирового лидера среди университетов по проектированию, изготовлению, испытаниям и управлению малыми спутниками. Вместе со спутником ТЕХСАТ были выведены немецкий, чилийский, таиландский и австралийский малые спутники. Из этих спутников долгожителем оказался только ТЕХСАТ. При гарантийном полетном ресурсе спутника один год он до сих пор успешно функционирует на орбите.

Космический челнок Колумбия был запущен НАСА в январе 2003 для выполнения миссии STS-107 (Рис.13). Экипаж корабля состоял из семи человек. В состав экипажа входил первый израильский астронавт Илан Рамон. Шестнадцатидневная программа полета Рамона и его коллег была посвящена научным исследованиям, включающим более чем 80 экспериментов, в том числе по человеческой физиологии, гашению огня, влиянию микрогравитации на различные естественные явления. 1 февраля 2003 года команда Колумбии погибла вследствие распада шаттла в атмосфере Земли при его возвращении.

СЛОШСАТ - миниспутник массой 129.0 кг, включающей 33.5 кг жидкой воды в гладком 87-литровом резервуаре (Рис.14). Главный подрядчик проекта - NLR - Национальная Космическая Лаборатория, Нидерланды. Израильские соисполнители проекта: РАФАЭЛЬ и Технион. В соответствии с программой спутник отработал на орбите 8 дней. Во время этого эксперимента были получены новые результаты о поведении воды, плещущейся внутри сосуда в состоянии невесомости.

ТАУВЕКС (Тель-Авивского Университета Ультрафиолетовый Исследователь) представляет научный прибор, изготовленный компанией Эль-Оп. ТАУВЕКС (Рис.15) спроектирован для получения изображений астрономических объектов в спектральном диапазоне 1400 - 3200 Å. Инструмент состоит из трех эквивалентных 20-см UV — телескопов, снабженных различающимися фильтрами в каждом из телескопов. Каждый телескоп имеет поле зрения 54' и пространственное разрешение 6" - 10" в зависимости от длины волны. К



Рис.12. Спутник ТЕХСАТ-2



Рис.13. Лого миссии STS-107 Шаттла Колумбия

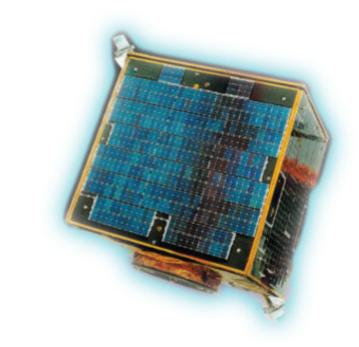


Рис.14. Спутник СЛОШСАТ

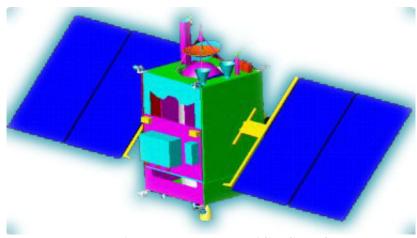


Рис.15. Миссия ТАУВЕКС-ГСАТ-4

сожалению, запуск ТАУВЕКСа неоднократно откладывался. В последнее время предполагается, что аппаратура ТАУВЕКС будет выведена на геостационарную орбиту как полезная нагрузка миссии GSAT-4 в начале 2010 года. Предстоящий многолетний полет позволит для части небесной сферы получить изображения различных типов горячих звезд и молодых массивных звезд, которые излучают большое количество ультрафиолетовой радиации, ионизируют межзвездную среду и, таким образом, играют важную роль в процессах формирования звезд. Результаты работы инструмента в полете должны углубить наши представления об эволюции Вселенной.

28 апреля в канун празднования 60-летия государства Израиль с космодрома Байконур запущен спутник связи АМОС-3 (Рис.16). Доставка спутника на геостационарную орбиту осуществлена впервые с использованием новой специальной наземной системы запуска Зенит-3SLB, включающей надежную ракету морского базирования Зенит-3SL и разгонный блок DM, являющийся третьей ступенью системы запуска. АМОС-3 располагается на 4 градусе западной долготы над экватором рядом со спутниками АМОС -1 и АМОС -2 и со временем сменит давно выработавший свой ресурс АМОС -1. Спутник AMOS-3 (стартовый вес 1270 кг, вес оборудования 250 кг, стоимость \$170 миллионов) является первым из четырех новых телекоммуникационных космических аппаратов, которые компания Space Communication Ltd. (Spacecom) надеется развернуть в последующие годы. Как и остальные спутники семейства АМОС, спутник связи АМОС-3 эксплуатируется этой компанией и является ее собственностью. Успешный запуск спутника еще выше поднял репутацию Israel Aerospace Industries Ltd. (IAI) как создателя спутников небольшой массы c превосходными техническими характеристиками. AMOS-3, как ожидают, будет функционировать в течение 18 лет - на шесть лет дольше, чем более тяжелый AMOS-2 и несмотря на то, что AMOS-3 несет на 45 процентов меньше бортового топлива, чем его предшественник. В соответствии с критерием эффективности, принятым для спутников связи – количество полос на килограмм – AMOS-3 находится среди самых продвинутых коммерческих спутников для своего размера. Новый спутник оборудован управляемой антенной 12 активными мощными 72МНг транспондерами в Ки-полосах, двумя широкими пучками в Ка-полосах и предоставляет услуги подобные услугам своих предшественников. Спутник расширит зону покрытия ретрансляторов, обеспечит высококачественную связь и широкополосную передачу данных на территории Ближнего Востока, Европы, Африки, а также в некоторых районах Северной и Южной Америки. Два самых больших клиента Spacecom's в Израиле - платформы спутникового телевидения YES и BOOM. Бизнес компании основан на видео и многочисленных правительственных заказах. Практически все мощности спутника были проданы еще до его запуска. В течение следующих нескольких

лет Spacecom ожидает рост как в коммерческом бизнесе (прежде всего в непосредственном телевизионном вещании на потребителя), так и в бизнесе с американским Министерством Обороны. Компания планирует заработать на спутнике, который должен находиться на орбите до 2024 года, 0.5 млрд. долларов. Отметим также, что спутник способен пересылать на Землю изображения земной поверхности, полученные разведывательными спутниками, движущимися на низких орбитах.

Компания Spacecom обеспечивает телевизионное вещание и коммуникационные услуги, предоставляет операторов средств отладки, обслуживает правительственные организации, частные миниатюрные сетевые терминалы и др.

Для этих целей компания намерена создать в ближайшем будущем спутник связи АМОС-4 (Рис.17) умеренных размеров, но с большими энергетическими возможностями. Спутник будет оборудован 20 мощными транспондерами в Ка и Ки диапазонах. Многополосный спутник связи АМОС-4 будет иметь двойное применение - часть его коммуникационной мощности зарезервирована за израильским военным заказчиком. Его вес при запуске будет составлять приблизительно 3,4 тонны. Спутник будет размещен на геостационарной орбите между 64° и 76° восточной долготы. Его положение отличается от положения спутников АМОС-1-2 и 3, благодаря чему становится возможным предоставление услуг более широкому кругу клиентов в Азии. Запланирован ресурс работы спутника на орбите около 12 лет. В 2007 году ІАІ подписал со Spacecom на разработку, изготовление и запуск спутника AMOC-4 \$365контракт, из которых \$265-миллионов проплачивает миппионный правительство, а остальные \$100-миллионов - Spacecom. Значительная доля государственных инвестиций демонстрирует высокий приоритет, предоставленный программе АМОС-4. В соответствии с соглашением IAI предъявит AMOC-4 компании Spacecom в третьем квартале 2012 года после размещения спутника в его точке стояния и окончания этапа тестирования на орбите. АМОС-4 является спутником связи новой генерации и новых технологий. У него большая платформа, широкополосные транспондеры, расширены возможности по сравнению со спутниками, создаваемыми Израилем до последнего времени.

Запуск спутника AMOS-6 запланировал на 2011 год, его положение на орбите 4°W будет сопряжено с находящимися на орбите спутниками AMOS-2 и AMOS-3. AMOS-6 обеспечит покрытие Кu- и Кa-полосами Европы, Ближнего Востока и Восточного побережья Америки с комбинацией пучков неподвижных и с управляемой диаграммой направленности.

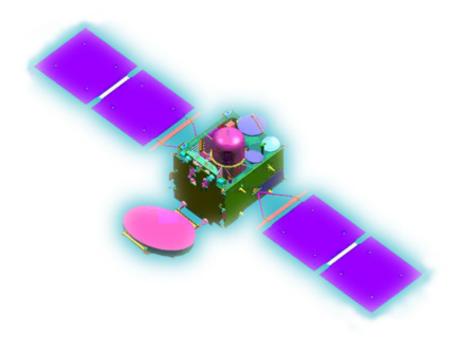


Рис.16. Спутник АМОС-3

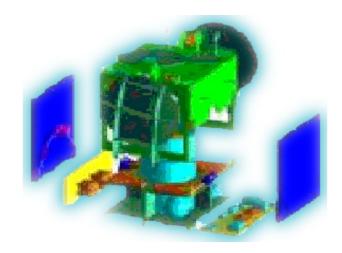
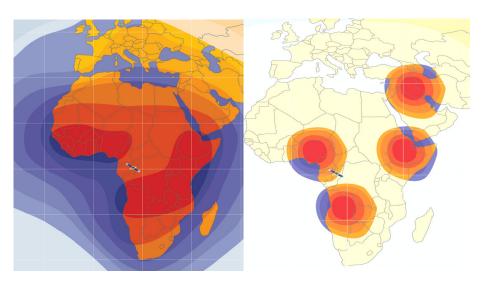


Рис.17. Спутник АМОС-4

Учитывая опыт создания спутников связи, накопленный Израилем, можно было предположить, что последующие подобные аппараты разрабатываться головным космическим исполнителем и лидирующим производителем спутников - концерном ІАІ. Однако, в 2008 году компания Spacecom, занимающаяся созданием и обслуживанием израильских спутников связи, приняла неожиданное решение не изготавливать следующий спутник связи в Израиле, а заказать в России. Подписан контракт с ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнева» (г. Железногорск, Красноярский край) на создание спутника связи АМОС-5. Получены необходимые разрешения от российских и израильских госструктур. Стоимость спутника составит 157 миллионов долларов. При этом Spacecom сохраняет за собой право разорвать контракт вплоть до дня запуска. Спутник должен быть сдан заказчику не позднее 31 марта 2011 года. Его гарантийный полетный ресурс должен составлять не менее 14 лет. Для российской стороны данный контракт - свидетельство того, что его продукция востребована. ОАО «ИСС им. Решетнева» - сильное предприятие, создавшее большинство российских телекоммуникационных спутниковых систем. Выполнение заказа по разработке АМОСа-5 создаст предпосылки для выхода на мировой рынок космических услуг. Для израильской стороны заманчивыми являются привлечение столь опытного производителя спутников связи, каким является ОАО «ИСС им. Решетнева», и экономия средств, так как аналогичные американские и европейские спутники стоят \$200-300 млн. Стоимость, например, спутника связи, выпускаемого фирмой Hughes, может доходить до \$500 млн. АМОС-5 дополняет существующую группировку спутников компании Spacecom. АМОС-5 расширяет территории, охватываемые компанией, достигая самых отдаленных районов в Африке. После размещения на 17° восточной долготы, Амос-5, оснащенный транспондерами большой мощности в С-и Ки-диапазонах, сможет обслуживать весь африканский континент (Рис.18). Отметим, что возможности АМОС-5 в С- и Ки-диапазонах в настоящее время уже предоплачены. Ожидается, что после запуска спутников АМОС-4 и -5 компания Spacecom превратится в крупного игрока на рынке спутниковой связи, поскольку получит возможность транслировать в любую точку на земном шаре.

Два 5 килограммовых нано-спутника ИНСАТ-1 и ИНСАТ-2 в настоящее время создаются Израильской Нано-Спутниковой Ассоциацией (ИНСА). Во время предстоящих полетов на борту спутников в условиях воздействия факторов космического пространства будут испытываться новые компоненты, выпускаемые промышленностью, прежде чем они начнут устанавливаться на дорогостоящие спутники стоимостью в десятки и даже сотни миллионов долларов. Первый израильский наноспутник, ИНСАТ-1 (Рис.19), будет нести



a b

Рис.18. Территории Африки охватываемые передатчиками Сдиапазона постоянно (а) и управляемыми антеннами в полосах Кu- диапазона (b) спутника AMOC-5

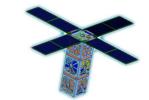


Рис.19. Наноспутник ИНСА-1

на себе для испытаний миниатюрные атомные часы и приемник GPS для навигации. Планируемая дата запуска спутника 2010 год.

4. Главные черты и направления развития

Итак, начиная с первого израильского спутника с его весьма ограниченными возможностями до выполнения последнего в юбилейном году запуска мощного спутника связи, состоялось семнадцать стартов. В предыдущих разделах описаны двадцать пять израильских космических миссий (Таблица 1), в том числе восемь аппаратов, разрабатываемых в настоящее время и запланированных к выведению на орбиту в ближайшие несколько лет. Три запуска оказались неудачными, спутники не достигли орбиты в связи с отказами ракет-носителей. Пять миссий успешно завершены, программа полета полностью выполнена, некоторые из спутников отработали на орбите время, существенно превышающее гарантийный полетный ресурс. По состоянию на сегодняшний день девять спутников продолжают активно функционировать. Из них три, включая спутник-радар, - разведывательные; два - гражданские спутники зондирования поверхности Земли; три - спутники связи на геостационарной орбите и один - малый исследовательский спутник-долгожитель, уже отработавший 10 лет.

Состояние выполнения израильских космических миссий по стадиям их выполнения представлено на диаграмме (Рис.20) в процентном выражении по отношению к общему количеству космических аппаратов, которое включает также спутники, запуск которых предстоит в ближайшее время. Классификационная история в Таблице 1 определяет также распределение спутников по их целевому назначению: на правой стороне таблицы — спутники дистанционного зондирование Земли (13 спутников), на левой стороне —

спутники связи (4), а также исследовательские спутники (6). В процентном выражении эта статистика представлена на Рис.21.

Сравним объемы израильской космической активности с текущими достижениями такой страны, как Россия, и с успехами известной английской коммерческой фирмы Surrey Satellite Technology Limited (SSTL), разрабатывающей и поставляющей малые спутники по всему миру. Так вот, согласно данным руководителя Российского Космического Агентства профессора Анатолия Перминова российская группировка спутников, находящихся в летной эксплуатации, в 2008 году превысила 100 единиц. Что касается SSTL, то сейчас на фирме работает более 200 сотрудников, участвующих в 23 космических миссиях с использованием малых спутников, созданных SSTL. Из этих простейших оценок уже можно сделать вывод, что Израиль занимает достойное место в космическом бизнесе.

При взгляде на Таблицу 1 видно, что запуски спутников в течение прошедших 20 лет производились более или менее равномерно без многолетних однако небольшое увеличение промежутков интервалов; последующими запусками отмечается сразу после неудачного запуска. В израильской космической деятельности юбилейного 2008 года отмечаются следующие противоречивые тенденции. В течение года с территории Израиля запуски спутников не проводились, хотя в мире было осуществлено около 100 попыток запусков космических аппаратов. Большим достижением следует считать успешное начало работы на орбите двух израильских спутников: ТЕКСАРА, оснащенного передовой съемочной системой, и продвинутого в своем классе спутника связи АМОС-3, хотя их создание составляет менее 2% от мировой спутниковой активности этого года.

Страны-тяжеловесы при освоении космоса руководствуются научными, политическими, престижными, конъюнктурными и другими соображениями, например, когда и как лететь на Луну или на Марс? Космическая программа Израиля при определении приоритетов исходит из сугубо практических жизненных потребностей израильского общества. Поэтому в ряду предпочтений остаются военные спутники, спутники дистанционного зондирования Земли, спутники связи, навигационные спутники. За скобками остаются дальний космос и пилотируемые миссии; весьма ограничены ресурсы, выделяемые на исследовательские космические проекты. Область израильской космической активности очерчена на Рис.22 овалом. Текущие программы и правительственные программы новой генерации включают военные программы, оптические и радарные спутниковые системы наблюдения



Рис. 20. Распределение миссий по состоянию их выполнения

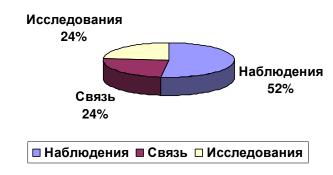


Рис.21. Распределение миссий по их назначению



Рис.22. Сфера израильской космической активности

Земли, телекоммуникационные и навигационные программы, новые инициативы, касающиеся космической науки и экспериментирования.

Какое место занимает Израиль среди стран, осваивающих космос, и какое будущее его ожидает в следующих десятилетиях? Корпорация Футрон провела национальной независимый анализ для оценки конкурентоспособности или соревновательности, разработав предварительно систему критериев для ее оценки. Три главных величины (участие правительства, человеческий капитал, состояние индустрии) и сорок характеристик совместно поддерживающих метрических определили относительное лидерство 10 участвующих наций: Бразилии, Канады, Китая, Европы (как единого интегрального региона), Индии, Израиля, Южной Кореи и Соединенных Штатов. Результаты содержат интересные сведения, как об относительном положении космических лидеров, так и о тенденциях развития космической отрасли в этих странах. Перечислим положительные моменты в космической активности Израиля, выдвинувшие его в лидирующую группу, в дальнейшем на национальную конкурентоспособность и обеспечивающие прогресс Израиля в космосе:

- непрерывные вложения в космическую политику, специальные знания и инфраструктуру;
- быстрая разработка и внедрение новых информационных коммуникационных технологий в космические изделия;
- создание бортовых устройств (связи, зондирования, слежения) для управления и контроля в военных и гражданских применениях на Земле;
- перемещение наблюдений Земли с орбиты от чисто военных функций в сферу гражданскую и коммерческую;
- разработка малых спутников компаниями, производящими ракетную и космическую технику;
- создание более дешевых и совершенных новых технологий, миниатюрных и стандартизованных компонент, усовершенствование их применений и улучшение обслуживания;
- содействие глобализации освоения космоса путем участия в совместных космических проектах и членстве в межправительственных космических организациях;
- построение стратегии национального успеха на основе прозрачной продуманной политики, направленной на партнерство с другими странами, сильную образовательную программу, разумное продвижение в новые технологии:

- способность найти правильный баланс между соревнованием и сотрудничеством при оценке риска будущих проектов вместо простейшей ограниченной обособленной космической активности.

Суммируя, можно без сомнения заявить, что развитие аэрокосмических возможностей – гражданских, военных и коммерческих – представляет национальный интерес. Теперь уже большинству израильтян очевидно, что аэрокосмический потенциал творит, определяет и поддерживает Израиль, как военную, экономическую, научную и политическую державу.

5. Космический маркетинг

Исследование и освоение космоса – это стратегическая задача, а также вопрос престижа государства. Мы видим, что многие страны вкладывают в космос большие деньги, понимая, что за успехами в космосе стоит будущее процветание их стран. По оценке компании Space Foundation вклады в космическую деятельность от правительственных и частных источников по всему миру превышает \$250 миллиардов. Это означает, что затраты на космическую отрасль составляет примерно 4% мирового оборота. Для иллюстрации в Таблице 2 приведены запланированные объемы государственного ежегодного финансирования гражданской космической деятельности на 2009 год для ряда стран, лидирующих в развитии космических программ. В тоже время финансирование военных программ существенно выше. Бюджет Пентагона, например, превышает 40 млрд долларов.

Таблица 2. Космический бюджет

Государство,	Агентство	Бюджет,
Объединение		M\$
США	NASA	17614
Россия	FSA	3201
Европа	ESA	2997
	Япония	2178
Франция*	CNES	1883
Италия*	ASI	1458
Германия*	DLR	1247
Индия	ISRO	933
Канада	CSA	357
Бразилия	AEB	130

^{*} Не включая средства, передаваемые в бюджет ESA.

К сожалению, в Израиле государственное финансирование гражданских проектов хронически отстает от потребностей. О приоритете развития космонавтики в Израиле можно судить хотя бы по тому, что Израильское Космическое Агентство (ИКА) приписано к самому бедному министерству – Министерству Культуры, Науки и Спорта. По утверждению руководства ИКА, если бы Израиль выделял на гражданскую космонавтику 100 млн. долларов, то доход от этих вложений составлял бы 5 миллиардов долларов.

В Израиле имеется хорошая академическая база, развитая промышленность, но объем реальных инвестиций недостаточен для гармоничного развития космических исследований. Для освоения космоса используются не только государственные, но и частные средства. Это в первую очередь инвестиции компаний, заинтересованных в прикладных программах (связь, навигация, наблюдения за Землей), компаний, желающих проводить в космосе эксперименты по отработке новых технологий, по получению новых материалов и т. д. В израильских космических разработках частные компании участвуют наравне с государственными. В некоторой мере приток капитала тормозится отсутствием четкой перспективы развития космоса в Израиле. Для увеличения объемов ссуд от инвесторов частного сектора необходимо разработать детальную программу работ в космосе, включающую прикладные и исследовательские задачи, и ознакомить с ней потенциальных инвесторов. Министерство обороны Израиля должно в будущем широко использовать коммерческие активы, подобные текущим инвестициям в спутники серий AMOS и ЭРОС. Способность достигнуть непрерывного присутствия в космосе (многократно используя спутники одного и того же типа), будет определяться, в значительной степени, экономическими факторами.

На заре активности в гражданском космосе была полная сумятица. Нужно ли заниматься космосом в Израиле? Какова должна быть направленность работ? Какой объем бизнеса является приемлемым для страны? По всем этим вопросам вначале были самые противоречивые мнения. Принимая, что мировой космический рынок составлял на ту эпоху 20-30 млрд долларов в год, и считая, что затраты в космической сфере должны быть относительно пропорциональны объему индустриального бизнеса или численности населения, ежегодные потребности гражданского космоса в Израиле оценивались в 100 млн. долларов.

У меня в руках Proceedings of the International Workshop, Haifa, March, 1988, "CIVILIAN SPACE APPLICATION, Israel's Role". Доклады, представленные в сборнике и посвященные попыткам предсказать будущее израильской космонавтики, сейчас кажутся противоречивыми и расплывчатыми. Приведу мнение одного из участников дискуссии, согласно которому нет шансов для

космической активности в Израиле, если в ближайшее время не будут выбраны приоритетные направления работ и не будут найдены реальные источники их финансирования. В противном случае самое большее, что можно будет сделать в космической сфере - наладить производство кошерных продуктов для американских космонавтов еврейского вероисповедания. Это замечание кажется мне очень остроумным и соответствующим текущему моменту и состоянию умов.

Невзирая на такую исходную неопределенность, представленная в книге историческая последовательность космических свершений за прошедшие два десятилетия показывает, что Израиль успешно преодолел как начальные трудности, так и проблемы, возникшие в дальнейшем в процессе освоения космоса. Были учреждены структуры, необходимые для реализации космической программы. Израиль продемонстрировал свои независимые возможности по запуску собственных аппаратов в космос. Были выполнены серьезные правительственные военные и гражданские проекты. Приоритетным направлением стали небольшие прикладные спутники. Спутники для наблюдения Земли получают изображения с предельно достижимой детальностью. Удачно проводится коммерциализация космоса. Израиль пережил мировой бум спутниковой связной технологии и сохранил свою важную роль в этом бизнесе. Можно сказать, что израильская космическая наука и индустрия имеет впечатляющие достижения. Намечены долговременные тенденции и перспективы на будущее.

Достаточно трудно провести корректный маркетинговый анализ космической деятельности Израиля в связи с отсутствием необходимых документов в полном объеме и за длительный период. Однако выборочные данные для Израиля и имеющиеся маркетинговые обзоры государственной космической активности в мире позволяют косвенным образом оценить основные показатели для Израиля. Начиная с 2000 года на глобальном космическом рынке отмечается устойчивый рост в среднем на 5-10 % в год. Как и все ведущие страны, Израиль также увеличил инвестиции в космические средства, применяемые как в гражданских, так и в оборонных задачах.

Газета Space News ежегодно публикует маркетинговый обзор для ведущих космических стран и компаний, специализирующихся в производстве и сфере обслуживания. Обзор базируется в первую очередь на финансовых данных, представленных самими компаниями или органами государственного регулирования. Согласно последнему перечню, опубликованному в газете, объемы продаж в космической промышленности Израиля в 2007 и 2008 годах составили 190 и 222 миллионов долларов США соответственно. Оцениваемый космический бизнес Израиля включает производство спутников и средств

выведения, спутники и компоненты ракеты, наземные системы и програмное обеспечение. Израильская Аэрокосмическая Индустрия (IAI) расположена на 38-ом месте в этом обзоре, включающем 50 лидирующих космических компаний. Маркетинговые обзоры отметили некоторые коммерческие сокращения бюджета в военном космосе, как результат неудачного запуска спутника ОФЕК-6. Указывалось также, что после потери ОФЕК-6 оборонная программа Израиля отвернулась от плана разработки военного спутника связи. В настоящее время два наблюдательных спутника заменили ОФЕК-6, и его потеря больше не влияет на израильский космический рынок.

6. Наблюдение и связь – приоритетные направления

Системы для наблюдения Земли в зависимости от предъявляемых требований и спектрального диапазона, используемого для получения изображений, можно разделить на несколько типов:

- Сенсор с высокой разрешающей (BP) способностью (1 м), пригодный для гражданской безопасности и аварийного реагирования.
- Аппаратура с очень высокой разрешающей (ОВР) способностью (<<1 м), которая в особенности необходима для военных применений. Эти системы обычно дают панхроматические (ПАН) изображения.
- Мультиспектральный (МС) сканер, который получает изображения в различных, относительно грубых, полосах пропускания по электромагнитному спектру в диапазоне от 0.3 до 14 μм. Этот диапазон включает ультрафиолетовый, видимый, а также ближний, средний и тепловой участки инфракрасного спектра. Сканер применим, например, для контроля состояния сельскохозяйственных угодий.
- Гиперспектральный (ГС) датчик формирует изображения во многих, очень узких, смежных полосах также по всему спектру. Такая система собирает информацию с сотен полос для каждого пикселя в изображаемой сцене. Она эффективна, например, при быстром реагировании в процессе экологического мониторинга.
- Важные дистанционные методы наблюдения из космоса также выполнены с использованием систем, работающих в микроволновой части спектра (приблизительно на длинах волн от 1 мм до 1 м.). Это оборудование Радары с Синтезированной Апертурой (САР) незаменимо при наблюдениях ночью и при плохой погоде.

Спутники дистанционного зондирования должны обладать исключительными способностями для обеспечения требований, вызванных установкой на борту оборудования для съемки, таких требований, как высокие скорости передачи данных, большое энергопотребление, быстрая реакция, точный контроль ориентации и стабилизации.

Оговоримся сразу же, что Израилю доступны все перечисленные типы наблюдений из космоса как оптические (РАН, МС, ГС), так и микроволновые (САР). Из приведенного ранее исторического обзора следует, что в израильской космонавтике подобные аппаратуры уже давно функционирует на орбите, а отдельные виды находятся на завершающих этапах разработки и готовятся к эксплуатации.

Несмотря на несомненные дотижения в области наблюдений из космоса, доходы мирового рынка данных дистанционного зондирования Земли составляют лишь незначительную часть приведенных выше экономических оценок активности в космосе. Кроме того, пока что мировой рынок космических изобразительных материалов - около 500 млн долларов – существенно уступает рынку результатов аэросъемки, объем продаж которого составляет около 5 млрд долларов. В последнее время все чаще стали практиковаться запуски спутников дистанционного зондирования Земли с очень высоким разрешением (ОВР). По мнению аналитиков широкое внедрение ОВР-спутников нацелено на перераспределение доходов между рынками материалов аэросъемки и космическими данными в пользу последних. Ожидаемое улучшение разрешения до 0.25 м повысит значимость видовой космической информации и для военных потребителей.

Пространственные разрешения панхроматических изображений, получаемых спутниками дистанционного зондирования Земли, запущенными в последнее время и планируемыми к запуску, представлены на Рис.23. Ускоренное развития рынка материалов космической съемки метрового и субметрового разрешений отчетливо прослеживается на представленных данных. Создаются, по меньшей мере, пять орбитальных группировок дистанционного зондирования Земли. Все больше стран включаются в процесс наблюдения Земли из космоса, в самом ближайшем будущем у 22 стран будут свои собственные датчики, размещенные на орбите и предназначенные для съемок земной поверхности. Причем у десяти из этих стран аппаратура для получения земных изображений будет иметь ОВР-способность (<<1 м). Отмечается также стабильная тенденция использования спутников с радиолокационными системами наблюдений (САР).

Маркетинговая стратегия большинства стран по созданию коммерческих систем зондирования Земли также направлена на продвижение в область пространственного разрешения 0.5-1.0 м. По оценкам экспертов потребности рынка в изображениях с разрешением менее 1 м составляют 65%, 1 м-25%, 2-3 м-7%, 5 м-3%. По предварительным оценкам к 2012 году емкость рынка космических снимков превысит 6 млрд долларов. Широкое распространение

данных космического мониторинга сдерживалось их сравнительно высокой стоимостью (до 2004 года цена составляла после стандартной обработки 20-30 долларов за 1 кв. км). В результате реализации даже части заявленных запусков новых ОВР-спутников, при выходе их на расчетную производительность на рынке космических изображений Земли ожидается дальнейшее снижение цен, вызванное усиливающейся конкуренцией. Уже сейчас некоторые ведущие компании объявили о снижении цены за спутниковые снимки (например, с разрешением 1 м – до семи долларов за 1 кв. км).

Приоритетным направлением израильской космической программы остается наблюдение Земли. Как для военных, так и для гражданских целей Израиль ОВР-спутники дистанционного зондирования, передающие создал изображения высшего качества (обратите внимание на флажки на Рис.23). Оптическую систему, которую несут спутники ОФЕК, считают одной из самых продвинутых в мире. Израильские спутники по своим изобразительным возможностям подобны зарубежным, но значительно легче их. А легкие спутники дешевле и сберегают сотни тысяч долларов при запуске. Поэтому израильские малые спутники имеют лучший в мире показатель по соотношению качества к цене. По сочетанию важнейших параметров «стоимость-масса-пространственное разрешение» мини-спутник относится к мировым рекордсменам. Кроме того, израильские космические корабли для дистанционных методов наблюдения исключительно надежны и оперируют годы после завершения их гарантированной продолжительности жизни.

Спутники дистанционного зондирования Земли способны проводить съемки участков на местности, покрывающих значительные, достаточно отдаленные области, отдавая предпочтение в первую очередь разведке в реальном времени таких важных целей, как Иран. В тоже время нет сугубо военных наблюдательных спутников на все 100%, каждый такой спутник для получения изображений Земли способен решать и, как правило, решает гражданские задачи. Блестящие примеры тому имеются в новейшей истории космонавтики. В наше время, богатое природными катаклизмами, многим запомнилось сильное землетрясение в китайской провинции Сичуан (Sichuan) в Мае 2008 года. Пекин обратился за помощью к организациям, контролирующим природные катастрофы, и затребованная помощь была предоставлена в виде регулярных спутниковых снимков районов, терпящих бедствие. Изображения с необходимым временем возврата и покрытием всей территории, находящейся под угрозой, передавали с тайваньского спутника Формосат-2 с разрешением 2 метра.

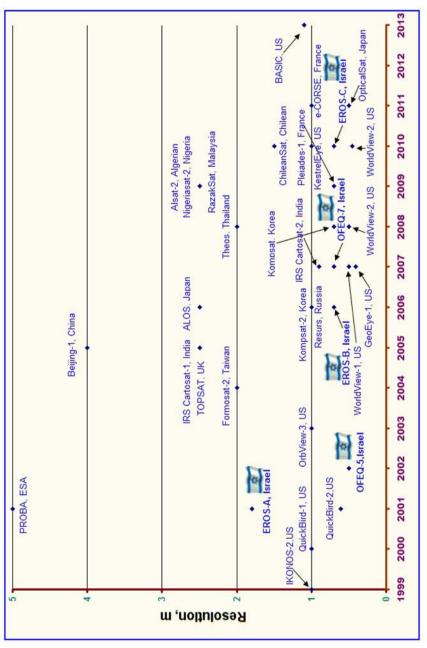


Рис.23. Разрешение изображений, получаемых наблюдательными спутниками Земли различных стран

По своему назначению этот спутник является стратегическим разведчиком. Благодаря снимкам, местные власти смогли оценивать угрозы, вызванные наводнением, созданным озером, возникшим при землетрясении в результате многочисленных оползней. Таким образом, военный спутник решил очень мирную задачу — снизил ущерб от разбушевавшейся стихии. Этот пример показывает, что в дальнейшем для контроля природных катастроф, где бы они ни случились, следует подключать весь парк находящихся в полете наблюдательных спутников — гражданских и военных. Относительно израильских спутников серии ОФЕК и ЭРОС можно уверенно сказать, что они успешно выполнят контрольную миссию при обнаружении природной, техногенной или военной угрозы человечеству.

Ниже представлен маркетинговый анализ развития космических средств наблюдения Земли на последующие 10 лет, проведенный фирмой Euroconsult. В ближайшей перспективе в этой области ожидается бум, вызванный тем, что многие страны по всему миру начинают создавать свои собственные системы наблюдения из космоса. При этом прогнозируется серьезное участие частного сектора в наблюдениях Земли. За этот период приблизительно 200 наблюдательных спутников будут размещены на орбитах, включая 48 космических кораблей, предназначенных для метеорологии, и запускаемых как на геостационарную, так и на полярные низкие земные орбиты. Число их почти вдвое превышает число спутников для наблюдения Земли, запущенных в предыдущее десятилетие. 54 из неметеорологических спутников будут созданы правительствами, известными своими достижениями в данной области, такими как Соединенные Штаты, Россия, Франция, Индия, Израиль и Китай. К этим разработкам агентств-ветеранов присоединяться 52 спутника, которые будут профинансированы правительствами, до недавнего времени не имевщими никаких независимых возможностей наблюдения Земли. Среди этих стран Алжир, Чили, Иран, Нигерия, Турция и Южная Африка. 16 спутников, которые будут запущены в следующем десятилетии, представляют спутники двойного использования, предназначенные, как для военных, так и для коммерческих клиентов. В таких случаях часто трудно определить, как следует классифицировать спутник, как правительственный заказ или как частная инициатива.

Подобная тенденция также наблюдается в космической деятельности Израиля. Недавно Министерство Обороны Израиля (МОИ) рассматривало предложение компании ImageSat, являющейся владельцем и оператором спутников серии ЭРОС, использовать изображения Земли, получаемые с помощью ОФЕКа и будущих спутников-шпионов, находящихся в собственности правительства, для перепродажи на коммерческом рынке. Согласно предложению, доходы от продаж будут финансировать развитие будущих гибридных спутников,

комбинирующих элементы спутников ОФЕК и ЭРОС, произведеных одной и той же государственной компанией IAI. Военная космонавтика Израиля прочно привязана к главной пусковой ракете Шавит, отказы которой разрушили, как известно, по крайней мере три спутника; в то же время ImageSat заботится только об обеспечении успешных запусков его будущих спутников. Промышленность планирует использовать для построения гибридных гражданско-военных спутников более надежные пусковые установки, подобные российской ракете Старт-1, - менее дорогие и подлежащие страхованию на коммерческих условиях. Спутник ОФЕК обеспечивает большую часть стратегических потребностей разведки Израиля, просматривая Ближний Восток каждые 90 минут. Каждый из спутников ЭРОС, находящихся на полярной орбите, проводит обзор Израиля и соседних государств четыре раза в день. Разрешение является функцией спутниковой камеры и орбитальной высоты. Если оба спутника, ОФЕК и ЭРОС, функционируют в сходных условиях, то различия в разрешениях также будут несущественными. Таким образом, благодаря идее смешения требований к двум оптическим спутникам с очень высокой разрешающей способностью, все три стороны -MOH, ImageSat и IAI – извлекут выгоду вследствие наличия в любой момент времени большего числа спутников, находящихся на орбите.

Помимо аппаратуры, предназначенной для получения изображений очень высокого разрешения (ОВР), подобной ОФЕК и ЭРОС, в Израиле также разрабатывается мультиспектральная (МС) и гиперспектральная (ГС) аппаратуры, которые позволят изучать спектральные свойства изображений Земли.. Инициатива создания мультиспектрального сканера космического базирования принадлежит Ави Хар-Эвену, долгие годы возглавлявшему Израильское Космическое Агентство в период, примыкающий к смене тысячелетий. Предложенный им небольшой спутник с библейским именем «Давид» был оснащен мультиспектральной камерой разработки Эль-Оп и представлял собой существенный прорыв в сфере дистанционного зондирования. Однако он не был оценен по достоинству. Видимо, предложение было слишком новаторским. К тому времени механизмы смешанного финансирования (государственного, частного, зарубежного) космического проекта были недостаточно изучены. Вследствие отсутствия инвестиций, проект мультиспектрального спутника остался нереализованным.

Возврат к мультиспектральной идее произошел позже в виде проекта Венус, работа над которым очень интенсивно ведется в последние годы. Суть миссии Венус и этапы ее выполнения были описаны ранее. Из сравнения основных параметров спутника с характеристиками аналогичных разработок других стран видно, что Венус превосходит по целому ряду параметров существующие системы и не уступает проектным характеристикам

разрабатываемых спутников по количеству полос, их ширине, пространственному разрешению, полосе захвата, массо-энергетическим и информационным возможностям. Для такого спутника Эль-Опом разработана бортовая мультиспектральная камера, весящая 45 кг и потребляющая 90 ватт. Камера способна различать объекты размером 5.3 м с высоты 720 км при ширине изображаемой полосы 27.5 км. Съемка производится в 12 узких спектральных каналах в диапазоне спектра 415-910 нм, ширина пропускания отдельных полос в пределах от 16 до 40 нм.

В 2009 году достигнуто соглашение между Израильским и Итальянским Космическими Агентствами о партнерстве в разработке космической гиперспектральной (ГС) аппаратуры. Как уже говорилось, ГС-сканеры позволяют эффективно решать многие гражданские и военные задачи, недоступные другим, только что рассмотренным изображающим системам космического базирования ОВР, МС, САР. В качестве примера уникальности аппаратуры обычно приводят способность ГС-изображений демаскировать скрываемые оъъекты. Целесообразность объединения усилий двух стран в этом направлении обусловлена следующими обстоятельствами:

- -исключительной сложностью и высокой стоимостью разработки;
- -наличием успешного опыта в создании аппаратур дистанционного зондирования, как в Израиле, так и в Италии (сканер Призма).

Предполагается, что ГС-сканер, который будет создан двумя странами, будет иметь 200 каналов, и один или два спутника для этих полетов также будут построены на корпоративных началах. Известно, что повышение пространственного разрешения сканера утяжеляет аппаратуру. Очевидно, что увеличение числа спектральных каналов также повышает вес и потребление устройства. Для ГС-аппаратуры, помимо ее разрастания, возникает необходимость в мощной бортовой системе связи с высокой скоростью передачи данных на наземную станцию. Ведь мы должны передать одновременно не один снимок, а столько снимков, сколько есть спектральных каналов в аппаратуре. Для питания системы связи приходится устанавливать дополнительные солнечные панели. В результате возможность создания гиперспектрального спутника разумных В размерах становится проблематичной.

В одной из наших работ мы провели анализ возникшей ситуации с учетом существующих физических и технологических ограничений и получили критерии для оценки массы спутника в зависимости от пространственного разрешения (в метрах) изображений и количества каналов в аппаратуре (смотрите Рис.24). Поле рисунка разделено на три площади в соответствии с тремя типами спутников согласно с принятой классификацией: микроспутники

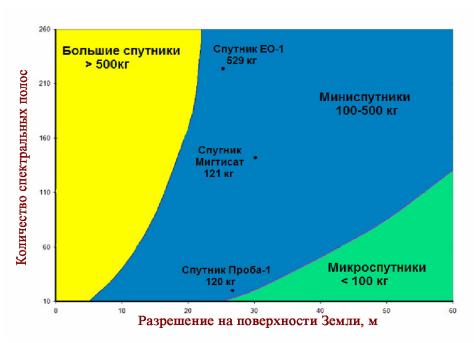


Рис.24. Размещение гиперспектральных инструментов на спутниках различных подклассов в зависимости от пространственного разрешения и количества полос

с массой до 100 кг, миниспутники с массой от 100 до 500 кг и большие спутники с массой превышающей 500 кг. Например, микроспутник может обеспечить работу гиперспектрального сканера с 15 полосами и разрешением картинки100 м; для получения информации в 100 полосах с разрешением 40 м необходим миниспутник; а аппаратура, обеспечивающая получение изображений в 200 полосах с высоким разрешением 10 м, должна устанавливаться на тяжелый спутник. На рисунке отмечены координаты (число полос и разрешение) для уже реализованных ГС-спутников. Будем надеяться, что в недалеком будущем на околоземной орбите появится еще один ГС-спутник, родившийся в результате израильско-итальянского сотрудничества.

На этом закончим анализ израильских средств космического базирования, предназначенных для наблюдения Земли, и очень кратко опищем второе приоритетное направление израильской космонавтики – космическую связь.

Spacecom является лидером в области радиовещания и коммуникационных услуг, является производителем платформ непосредственного вещания на бытовые приемники в Европе и на Ближнем Востоке, обслуживает телевизионные вещательные компании и правительственные организации, поставляет миниатюрные наземные терминалы VSAT и обслуживает их, оказывает услуги телефонной связи.

В прошлом десятилетии геостационарные коммерческие спутники заметно увеличились в размерах и стали более мощными, так что теперь более половины заказываемых коммуникационных спутников весят более 5 000 кг. Наряду с тенденцией к утяжелению и значительному расширению возможностей коммерческих спутников, развивается альтернативный курс, учитывающий интерес операторов к приобретению небольшого и менее дорогого спутника, который мог бы быть размещен в областях с ограниченными потребностями по обслуживанию. Разрабатываемые компанией Orbital спутники Star и проектируемый ESA спутник Small GEO (также известный как Луксор), весящие приблизительно 2 000-2 500 кг, делают стратегические шаги для выхода на рынок спутников связи. Спутники серии **AMOC** близки по параметрам к указанным малым геостационарным спутникам. Поэтому можно надеяться, что наблюдающееся расширение рынка малых коммерческих спутников связи будет способствовать развитию спутникового коммуникационного бизнеса в Израиле.

7. Стратегия космической безопасности

Здесь уместно вспомнить известный афоризм: чем бы ученые не занимались, в итоге у них всегда выходит оружие. И действительно, освоение космоса, помимо исследовательских и народнохозяйственных задач, позволило решить целый ряд военных проблем. Согласно статистическим данным, начиная с 1961 г., когда Советский Союз и Америка запустили свои первые военные спутники, по сегодняшний день в космос запущено около 3.000 военных объектов. Большинство из них — это спутники-шпионы, спутники связи, навигационные спутники. Сложилась ситуация, при которой нет замены космическим средствам разведки и связи. Последние войны (в Ираке, в Ливане и др.) усилили понимание того, что космическая разведка незаменима, и что она является одним из важнейших элементов современного способа ведения войны. Каждое государство, заботящееся о своей обороне, обязано применять такие средства.

В Израиле начало работам по военным применениям космических средств было положено начальником военной разведки генералом Йегошуа Саги,

который в 1981 году приказал проработать идею создания разведывательных спутников. С момента формирования тактико-технических требований к первому спутнику для наблюдения Земли и по сей день руководителем космической программы при министерстве обороны является профессор Хаим Эшед, ныне бригадный генерал запаса. Основное кредо генерала состоит в том, что военные задачи в космосе продиктованы насущными потребностями и необходимостью защитить страну. По его мнению, прорыв и присутствие в космосе для Израиля является вопросом жизни.

С самого начала цели израильской военной космической программы были определены с предельной ясностью. Главным контрактором проектов сразу же стал космический сектор израильской авиаиндустрии, субконтракторами - Elta, Rafael, Elop, Military Industry, Tadiran, Elisra, Specterlink. По свидетельству руководителей программы, за все время государство вложило в ее реализацию более 2 млрд долларов, в среднем более 80 млн. долларов ежегодно.

Применительно к нашей стране забота о безопасности выражается в том, что в космосе несут боевое дежурство новые израильские разведывательные спутники ОФЕК-7, спутник-радар ТЕХСАР, способные получать изображения земной поверхности, и готовится планируемый спутник ОФЕК-8. Гражданские наблюдательные спутники ЭРОС-А и ЭРОС-Б также пригоны для этих целей (Рис.25). Спутники серии ЭРОС базируются на технологии военного спутника ОФЕК и их сервис обеспечивает международная корпорация Imagesat, располагающаяся на Кипре и частично принадлежащая ІАІ. Согласно зарубежным источникам, Министерство Обороны Израиля обладает исключительным правом на спутниковые снимки стран Среднего Востока. Космические снимки позволяют следить за состоянием и динамикой военных объектов в Ближневосточном регионе, изучать виды используемых другими странами. Одной из первостепенных задач израильской космической разведки является контроль угроз со стороры Тегеранского режима. Военная разведка отдает наибольшее предпочтение детальному мониторингу иранских усилий по получению химического, биологического и ядерного оружия, равно, как и средств их доставки на большие расстояния. Получение изображений высокого разрешения стало одной из главных задач по сбору сведений и разведывательных данных. Отметим также, что кроме спутников дистанционного зондирования Земли, в Израиле разрабатывается новейший спутник связи с большими возможностями, способный удовлетворить армейские коммуникационные потребности.

Судя по высказываниям руководства Министерства обороны, космическая программа Израиля основана на нескольких параллельных подходах:



Рис.25. ЭРОС-Б: Фотография аэропорта



Рис.26. Фото ImageSat: Иранская действующая стартовая площадка

Во-первых, развитие спутников дистанционного зондирования, позволяющих получать с высоким пространственным разрешением изображения Земли в различных спектральных диапазонах, включая микроволновый. В настоящее время считается, что Израиль превосходит все остальные страны, за исключением США, в таких областях спутниковой технологии, как разрешающая способность и качество изображений. Последующие модификации подобных спутников позволят получать стереоскопические изображения для картографии и должны обладать возможностью съемок с гиперспектральным разрешением. Гиперспектральный прибор зондирования Земли, как известно, создает изображения одной и той же сцены в 100-200 узких спектральных диапазонах. Благодаря этому, инструмент позволяет применить усовершенствованные дистанционные методы для того, чтобы дезамаскировать различные объекты в разведывательных миссиях. Будет значительно труднее закамуфлировать военный объект или скрыть цели от спутникового наблюдения. Что касается микроволновых приборов для съемки, то, помимо достоинств, приведенных при описании спутника ТЕКСАР, следует упомянуть, что подобные датчики, по мнению специалистов, предоставят аналитикам разведки возможность определения местонахождения некоторых структур под землей, например, таких как туннели. Хорошо известно, сколько военных проблем они создают особенно в Секторе Газа. Туннели используются, чтобы провозить контрабандой людей, оружие и взрывчатые вещества через границу из Египта, чтобы производить и хранить ракеты и другое оружие.

Во-вторых, развитие (на базе унифицированной платформы) нового поколения спутниковой технологии для малых спутников: микроспутников (до 100 кг) и наноспутников (до 10 кг). Следующий этап военной космической программы предполагает в текущем десятилетии разработать множество полезных нагрузок и связанных с ними технологий с целью развернуть в космосе группировки малых модульных спутников, способных удовлетворить разнообразные запросы военных.

В-третьих, израильские ученые работают над технологией, позволяющей запускать спутники с борта самолета, используя небольшие ракетные системы. Такая технология уже есть в США, она давно и успешно применяется для запуска малых спутников. Возможно, Израиль станет обладателем подобной системы через несколько лет. Ее преимущества очевидны: не нужна ракета большой мощности, не нужен полигон; можно запускать спутник в любое

время и в любом направлении. В качестве базового самолета предполагается использовать истребитель Φ -16.

Специалист в военных вопросах, Шауль Мофаз, в одном из своих выступлений поставил космические средства по важности для Израиля сразу же за танками «Меркава» и противоракетной системой «Хец». Это очень высокое место в шкале приоритетов. Поэтому можно предположить, что описанная только что космическая программа будет реализована, хотя создатели космической техники часто сетуют на то, что бюджетные сокращения тормозят выполнение программы создания спутников нового поколения. Аналитики утверждают, что под удар может быть поставлена стратегическая безопасность Израиля, так как из-за недостатка средств приходится сворачивать некоторые работы. Можно надеяться, что время расставит все по своим местам, правительственные ведомства и оборонная промышленность найдут компромисс, который позволит открыть государственный заказ на выполнение описанной спутниковой программы и обеспечит Израилю в будущем технологические преимущества в космосе. Стратегическая и тактическая поддержка армии средствами космического базирования в области получения изображений, обеспечения связи и навигации, предсказания погоды обязана соответствовать запросам военного ведомства.

Отметим, что Израиль не одинок в своей космической активности. Космос стал интегральной компонентой современного военного планирования. В последнее время наблюдается возрастание интереса к космической деятельности в странах Ближнего Востока и Африки. Как известно, многие из стран этого региона относятся к Израилю враждебно. Поэтому к их космическим амбициям следует относиться исключительно внимательно. Национальные космические программы имеются в таких странах как Алжир. Египет, Иран, Кения, Ливия. Марокко, Намибия, Нигерия, Саудовская Аравия, Южная Африка, Тунис. Турция, Объединенные Арабские Эмираты. Как правило, космические программы этих стран в основном поддерживаются очень незначительным правительственным финансированием. Наблюдается тенденция к двусторонней кооперации между этими странами. Отметим, что Иран, Саудовская Аравия и Египет - страны нашего региона, в космических программах которых предусмотрено создание и запуск собственных разведывательных спутников.

В недалеком прошлом все эти государства, включая Иран, не имели ракетных систем, спутники заказывали в других странах и запуск также производили за границей. Однако в последние годы появились сообщения правительственных чиновников Ирана о создании в стране космического стартового центра, об испытаниях ракеты-носителя и об успешном запуске первого иранского 20-ти килограммового коммуникационного спутника(Рис.26). Если эти заявления

окажутся верными, то Иран фактически станет 11 страной в мире, которая освоила технологии проектирования и вывода на околоземную орбиту искусственных спутников ракетной системой собственного производства. Поскольку информация иранских властей весьма противоречива, а в космосе нет никаких признаков анонсированного спутника — эксперты полагают, что запуск не увенчался успехом и Иран блефует. Тем не менее, сам факт модернизации ракеты вызывает большую тревогу у мирового сообщества, так как подобные ракеты способны нести ядерные боеголовки. В рамках космической программы Иран планирует:

- -продолжить запуск собственных спутников;
- -осуществить в течение ближайших 10 лет пилотируемый полет в космос;
- -сотрудничать с другими исламскими государствами в создании спутников;
- -запускать с помощью иранской ракеты-носителя спутники, разработанные в мусульманских странах и т.д. И хотя иранское правительство настаивает на том, что его космическая программа носит мирный характер необходим постоянный контроль и анализ деятельности Тегерана в этой сфере. Должна быть предусмотрена адекватная и своевременная реакция на любые угрозы безопасности Израиля, которые могут возникнуть в результате космической активности наших соседей.

Какую опасность для Израиля может представлять космическая активность настоящих и потенциальных врагов? Приведем несколько типичных угроз: спутники, способные собирать разведывательные сведения об Израиле, попытки перехватить данные, собранные израильскими космическими средствами, повреждение и вывод из строя чувствительного спутникового оборудования или даже нападение и разрушение отдельных спутников. К подобным способам ведения войны в космосе (и из космоса) необходимо относиться со всей серьезностью. Число стран, владеющих космическими технологиями, неуклонно увеличивается, космические возможности постоянно совершенствуются. Все это принуждает быть готовым к наиболее трудным сценариям грядущих событий.

В январе 2007 года армия Китайской Народной Республики (КНР) испытала баллистическую ракету среднего радиуса действия, поразив космическую цель – собственный старый метеорологический спутник Фэнъюнь-1С. Обломки этого спутника превратились в космический мусор и представляют опасность для других спутников. Мировая общественность резко осудили «звездные войны», устроенные Китаем. Особую озабоченность действия КНР вызывали в Японии и Южной Корее, с протестами выступили Канада, Австралия и другие страны. Напомним, что в октябре 2006 года Китай атаковал американский спутник-шпион при помощи лазерного импульса огромной мощности, который был направлен с поверхности Земли в космос с целью "ослепить" систему

спутниковой фотосъемки. Этот инцидент является первым примером космических военных действий в истории человечества. За подобными экспериментами в космосе уже закрепился устойчивый каламбур, основанный на созвучии слов «сини» (китайский) и «цини» (циничный). Стрельбы, проведенные Китаем в космосе, называют циничными. Китай является ведущим поставщиком баллистических ракет и соответствующего оборудования Ирану и другим странам нашего региона. Можно ожидать, что Китай обеспечит технологическую поддержку при передаче Антиспутникового (А-сат) оружия израильским противникам.

Китайские испытания противоспутниковой ракеты продемонстрировали возможности подавления низкоорбитальных спутников, предназначенных, прежде всего, для шпионажа, электронной разведки, наблюдения и для других военных применений. Этот эксперимент стал начальным импульсом, инициировавшим ряд последующих событий, которые ухудшили всеобщую космическую безопасность. Уже через 13 месяцев Пентагон успешно разрушил собственный, вышедший из строя спутник-шпион USA-193, используя усовершенствованный перехватчик, предназначенный для баллистической ракеты. Эксперимент, безусловно, представлял ответ потенциальному врагу, который попытается применить подобное A-сат оружие.

Современные спутники являются хрупкими и не в состоянии противостоять простому кинетическому убийце. Пока стоимость запуска одного кг составляет десятки тысяч долларов, невозможно ужесточить конструкцию, чтобы она смогла противостоять удару. Положение спутника-мишени на орбите прогнозируется заранее, и любой спутник-убийца, запущенный с Земли, достигнет цели. Способность жертвы маневрировать при наличии горючего может несколько осложнить попадание, но в конечном итоге цель будет поражена. В настоящее время разработанные возможности разрушения спутника на орбите сделали спутники совершенно незащищенными от агрессии.

Экономика космоса диктует, что цена системы защиты спутника во много раз превосходит стоимость создания угрозы, и защита всегда будет малоэффективной или не всегда эффективной. Разрушающие А-сат испытания сделали государства, осваивающие космос, менее уверенными в надежности своих уязвимых спутников - спутников, которые являются существенными для национальной и экономической безопасности этих стран. Нет сомнений, что после испытаний Россия также ускорит работы в области А-сат, а Израиль, Индия, Франция, Япония, Южная Корея, Тайвань и другие сконцентрируют больше внимания на возможностях А-сат вооружений. Израилю А-сат возможности необходимы для охраны своих спутников дистанционного

зондирования и связи, как военного, так и гражданского применений, в особенности продвинутых прикладных спутников, которые будут развернуты в следующем десятилетии. Учитывая легкость создания А-сат вооружений, особое беспокойство вызывают подобные работы, проводимые в таких странах, как Иран и Северная Корея. Если Иран сумеет развернуть спутники дистанционного зондирования высокого разрешения, и если его баллистические ракеты станут достаточно точными, то Иран будет иметь серьезные преимущества для нанесения первого удара.

В этом случае наличие у Израиля А-сат оружия должно быть гарантировано. Возможное появление А-сат вооружений в руках региональных врагов потребует от Израиля развернуть свою собственную защиту от подобных угроз. Согласно заявлениям представителей промышленности у Израиля уже имеются технологические возможности зашититься от ослепляющих лазерных импульсов и некоторых других форм воздействия на космический аппарат. Потенциальным ответом на будущее А-сат оружие является, так называемый «запуск по требованию». Эта система позволит вывести срочно на низкую околоземную орбиту небольшой спутник взамен спутника, разрушенного вражескими воздействиями на наши оперативные космические средства. Программа Пентагона Оперативно Реагирующий Космос (ORS) является хорошим примером подобного решения, способного противостоять агрессии в космосе. Идея состоит в том, что любой спутник, выведенный противником из строя или прекративший работать по естественным причинам, может быть быстро заменен в течение минут или часов. Для этих целей создается крепкая, высоконадежная платформа, способная нести различные полезные нагрузки и предназначенная для решения разнообразных задач, организуется сервис по испытаниям и доставке заказанного спутника на орбиту. Таким образом, теряется мотивация уничтожения спутника с помощью А-сат, поскольку заведомо известно, что через короткое время вблизи от места разрушения старого спутника появится новый, с такими же возможностями.

Однако наибольшую угрозу для космоса представляет даже не само кинетическое убийство космического аппарата, а осколки, образовавшиеся в результате столкновения. Созданные поля осколков отличаются друг от друга в зависимости от высоты, скорости сближения А-сат с мишенью и т.д. Китайский А-сат создал на полярной орбите высотой около 842 км массивное поле, включающее примерно 150000 частиц, среди которых 2600 имели размер 10 см и более. Большая доля осколков осталась на орбите и будет представлять опасность в течение столетий. Количество каталогизированных осколков увеличилось (за счет возникших в результате А-сат испытания) примерно на 40% по сравнению со всеми фрагментами, оставшимися после первых 50-ти лет активности в космосе. Полярная орбита плотно заселена спутниками, так

как она является предпочтительной для мониторинга Земли, и одному спутнику НАСА уже пришлось маневрировать, чтобы избежать столкновения с китайским осколком. В отличие от этого, американские испытания, объявленные заранее, создали небольшое количество осколков вблизи Земли, и время распада облака, благодаря быстрому сгоранию осколков при падении на Землю, измерялось днями, а не столетиями.

Вслед за обломками, созданными спутниками-убийцами, произошло первое в истории столкновение на орбите искусственных космических тел. При их случайном столкновении возникли два облака из обломков. На высоте 800 км, над Сибирью 10 февраля 2009 года столкнулись спутник американского производства, входивший в глобальную систему мобильной связи Иридиум, и российский аппарат оборонного назначения Космос-2251, который считался уже нефункциональным. Столкновение произвело не менее 600 крупных обломков и сотни небольших фрагментов, усугубив и без того напряженную ситуацию с космическим мусором. В результате А-сат испытаний и случайного столкновения принципиальный риск соударения с осколком для космического аппарата на низкой околоземной орбите вырос, оставаясь, однако, по-прежнему небольшим. Тем не менее, угроза безопасности, например, Международной Космической Станции (МКС) увеличилась. Для снижения опасности поражения МКС снабжена системой пассивной и активной защиты. В частности станция способна совершать маневры «отклонения».

Вот такие неприятные истории, пока без финала, произошли в мировой космонавтике за последние два года. Эти драматические события показали, что засорение космического пространства ставит под угрозу доступ и использование космоса в будущем. Для предотвращения подобных катастроф необходимо тесное сотрудничество разных стран. Необходимо разработать и подписать международное соглашение, запрещающее исследование, разработку, тестирование, оценку и развертывание А-сат систем. В свете изложенного космическая политика Израиля в 21 веке должна усилить защиту ключевых элементов существующей космической системы и снизить уязвимость полной сети космических возможностей.

В высказываниях ветеранов израильского космоса все чаще звучат ностальгические нотки. Вспоминаются те несколько лет, предшествовавших запуску ОФЕКов, когда они получили от правительства «зеленый свет» на создание спутника-шпиона и всестороннюю поддержку, включая финансовую, выполняемых работ. Такие же условия необходимы сейчас для создания и развертывания защиты израильских активов на орбите от вражеского кинетического и ослепляющего оружия. Технологические ноу-хау, квалифицированный персонал, базовое оборудование имеются, отсутствует

лишь достойное финансирование. Согласно оценкам Исаака Бен-Исраеля нынешнего председателя Израильского Космического Агентства (ИКА), регулярные государственные затраты на космос должны быть существенно увеличены в самое ближайшее время. Он сравнил для нескольких стран государственные ежегодные космические расходы, отнесенные на душу населения страны, и получил, что они примерно одинаковы (порядка 10 долларов на персону) для таких стран, как Австрия, Бельгия, Дания, где космосом занимаются из любопытства, и Израиль, для которого космос стержневая проблема обороны страны и ее экономического развития. Аналогичный показатель для американского космоса более, чем в десять раз выше. Это означает, что инвестиции Израиля в космос ужасающе недостаточны для того, чтобы остаться среди десяти ведущих космических держав. Председатель ИКА считает, что для развертывания в ближайшие несколько лет продвинутых систем, включая устройства самозащиты против кинетического оружия, требуется ежегодный космический бюджет порядка 150-200 миллионов долларов.

Помимо противостояния атакам А-сат оружия, в долговременной перспективе необходимы средства дозаправки горючим, средства ремонта и замены отдельных систем спутника на орбите для продления их срока службы. Доступные и эффективные способы и средства, обеспечивающие безопасность в космосе, должны быть продуманы с учетом требований и угроз, которые могут появиться через 10, 20 и даже 30 лет.

В последнее время в военном космосе отмечены новые тенденции при бюджета - Израиль объявил о поиске корпоративных инвесторов для создания спутников нового поколения. Дело в том, что в условиях финансового кризиса, который не обошел стороной и оборонную сферу, фактически замороженными оказались многие важные космические проекты. Упоминавшийся «космический бюджет» оборонного ведомства порядка 100 млн. долларов в данный момент находится уже на предельной «красной черте». Оборонные источники утверждают, что в долгосрочной программе министерства фигурирует только один спутник нового поколения, в то время, как Израилю в ближайшие годы понадобится не менее трех новых спутников: два вида мини-спутников весом до 400 кг и микро-спутники весом в 100-130 кг. Только для успешной разработки и запуска малых спутников нового поколения необходимы срочные вливания в минимальном размере 500 мил. долларов. В сложившейся ситуации министерство обороны выступило с инициативой открыть доступ к космическим технологиям гражданским корпорациям в обмен на значительную долю финансирования. В обмен на крупные инвестиции министерство обещает гражданским концернам 12%

прибыли и доступ к накопленным знаниям. Поскольку спутники имеют двойное применение (гражданское и военное), а гражданское их применение является коммерчески выгодным, корпорации, инвестирующие средства в израильский космос, будут иметь стабильный доход, обеспеченный государственными гарантиями.

Каким образом, например, можно адаптировать коммерческую спутниковую индустрию для развертывания новых военных коммуникационных спутниковых сетей? Надо преодолеть границы между гражданскими, военными, и коммерческими интересами. Следуя опыту США и ЕКА, необходимо гармонизировать военные и гражданские требования, наладить координацию, что незамедлительно укрепит финансовое партнерство. Чем больше коммерческая продукция будет использоваться в оперирующих или планируемых военных сетях, тем существеннее будет снижение военных расходов.

Приведу два примера из американской практики последних лет, способствующие снижению затрат на военный космос:

- (а) Учитывая, что индустрия способна разработать и изготовить космический аппарат быстрее, чем правительство, Пентагон установил свою ультравысокочастотную коммуникационную нагрузку на коммерческий космический аппарат и успешно провел ускоренные испытания.
- (б) Военно-воздушные силы планируют установить экспериментальный инфракрасный датчик предупреждения о запуске ракеты на борт будущего коммерческого телекоммуникационного геостационарного спутника. Отмечу, что идея сочетания сенсора дистанционного зондирования Земли с коммуникационными возможностями на едином космическом аппарате военного или двойного назначения представляется мне очень продуктивной и заслуживающей внимания с различных точек зрения, включая ее экономическую привлекательность. Израильская военная программа также использует иногда гражданские космические возможности. Однако в будущем подобное взаимопроникновение должно стать систематическим.

8. Исследования в космосе

Около половины ежегодного бюджета НАСА предназначена для научного космоса, причем значительная доля этих ассигнований связана с фактическими закупками спутникового оборудования. Совершенно противоположную картину представляет состояние космических исследований в Израиле. Финансирование подобных работ является нерегулярным и очень ограниченным. Тем не менее, научные программы, связанные с космическими

задачами проводятся в Центре Сде Бокер, управляемом Университетом Бен Гуриона, в Научном Центре изучения Земли и Планет при Тель-авивском Университете, на Солнечном оборудовании в Институте Вейцмана, в Ядерном Исследовательском Центре, расположенном в Сореке, в Отделе Метеорологии Иерусалимского Университета. В Сореке, например, успешно выполнена разработка электрического двигателя для космоса, инспектируются израильские компоненты и системы перед стартом с целью выяснения, выдержат ли они неблагоприятные воздействия факторов космического пространства.

Наиболее целенаправленно, широким фронтом работы ведутся в Институте Космических Исследований (Ашер) при Хайфском Технионе. Вот некоторые из исследований, выполненных здесь в последнее время: разработка звездного точной системы ориентации. исследование межспутниковой лазерной связи, разработка электрореактивных двигателей, создание малого спутника с гиперспектральной аппаратурой, изучение полета группировок спутников и др. Все эти работы являются принципиально важными, новыми, перспективными и актуальными. По результатам этих работ только за период с 2000 по 2008 годы опубликовано более 50 статей в престижных научных журналах, что является очень высоким показателем творческой активности сотрудников института. В текущем году завершено строительство нового корпуса, коллектив переехал в отдельное специально оборудованное здание и можно ожидать, что институт станет головным исследовательским центром для развивающейся израильской космической индустрии.

Одним из значительных достижений института остается разработка спутника «Гурвин-Техсат» – рекордсмена по длительности полета (более 10 лет). Спутник был запущен в июле 1998 г. российской ракетой «Зенит» с космодрома Байконур на круговую орбиту высотой около 820 км совместно с группой из пяти малых спутников с массой порядка 50 кг каждый (Рис.27). На момент запуска он считался одним из самых маленьких спутников, стабилизированных по трем осям. На борту спутника находится служебная аппаратура (с ее помощью происходит ориентация в космосе, обеспечивается подача энергии, поддерживается связь с Землёй) и научные приборы, позволяющие выполнить шесть очень интересных экспериментов. Такую разнообразную программу исследований даже не каждый большой спутник может себе позволить. Перечислим эти космические эксперименты:

- успешно прошел эксперимент по измерению концентрации озона в атмосфере при помощи озонометра, установленного на спутнике.
- на спутнике установлена аппаратура, для съемки поверхности Земли в различных регионах.

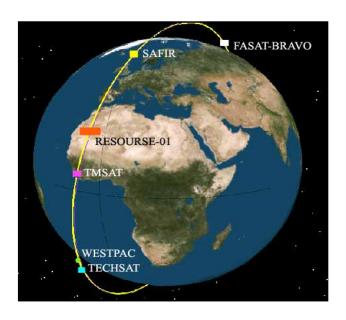


Рис.27. Российский спутник PECYPC-01 и его бывшие пассажиры на орбите после нескольких лет совместного полета

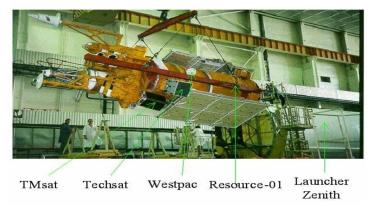


Рис.28. Спутник ТЕХСАТ, закрепленный на РЕСУРСЕ-01, перед их стыковкой с ракетой Зенит

- отдельный прибор производил измерение тяжелых частиц. Они проникают на спутник из радиационных поясов Земли, из космического пространства, с потоком частиц, приходящих от Солнца. По результатам обработки данных, полученных этим прибором, уточнена конфигурация радиационного пояса, окружающего Землю, в частности, исследована структура Южно-Атлантической аномалии, где радиация наиболее приближена к поверхности Земли.
- в условиях космического пространства изучались электрические свойства, так называемого, высокотемпературного сверхпроводника. Исследуемый материал помещался в специальный микрохолодильник, температура в котором понижалась до 70-80 градусов по шкале Кельвина, при которой материал становился сверхпроводником.
- на обращенной к Земле поверхности спутника (Техсат имеет форму куба со стороной грани 50 см) установлен ретрорефлектор. Посылая с наземной станции лазерный импульс и измеряя время возвращения отраженного от рефлектора сигнала, можно очень точно определить расстояние между спутником и станцией.
- и в заключение напомню, что оборудование Техсата обеспечивает связь радиолюбителей через спутник.

Успешный длительный полет спутника был по заслугам оценен специалистами. На международной конференции по малым спутникам (AIAA/USU Conference on Small Satellites, Utah), которая проводится в США ежегодно, Технион был назван в 2006 году флагманом космического приборостроения в области создания и исследований малых спутников, наряду с другими пятью известными космическими фирмами. Приятно сознавать, что израильская наука занимает ведущее положение в данной отрасли. Сегодня малые спутники — одно из важных направлений в космической технике, эти спутники определяют продвижение вперёд в области самых совершенных космических технологий.

В моей биографии спутник Техсат и последующие работы по малым спутникам занимают особое место, потому что менее чем через год после репатриации в Израиль я был принят на работу в Технион и стал участником создания этого спутника. Я сразу же попал в творческий молодежный коллектив, увлеченный теми же проблемами, которыми я занимался в России долгие годы. Такое точное попадание в жизненную ситуацию иным словом, чем «мазаль», не назовешь (мазаль на иврите — это удача). В Израиле Техсат стал моей первой разработкой, и я влюблен в него по сей день.

Ключевой фигурой разработки спутника был недавний выпускник Техниона очень талантливый Игаль Флор, обеспечивающий его интеграцию; сам спутник проектировал конструктор милостью божьей Анатолий Вольфовский из Москвы; вопросы связи спутника с наземным оборудованием решал скромный и опытный специалист Геннадий Гольтман - также репатриант последней волны; за разработку основных систем спутника отвечал Владимир Петрушевский, получивший техническую закалку еще в России; орбитальным анализом занимался профессор Йоси Шартиель; ориентацию спутника в полете обеспечивал Александр Ширяев — астроном из С.-Петербурга; за компьютерные аспекты проекта отвечал Рони Валер. Всем этим ансамблем умело дирижировал руководитель проекта Моше Шахар. К моменту моего прихода на проект первый экземпляр спутника, Техсат-1, уже проходил наземные испытания. К сожалению, космических высот он не достиг и на орбиту не вышел. Вскоре после его кончины началась интенсивная работа над новой версией Техсат-2. В этот спутник я вложил много труда и новых идей.

Во-первых, договорился с фирмой ВНИИЭМ, на которой я работал до репатриации, о запуске Техсата на заданную орбиту как попутного груза на большом спутнике Ресурс, запуск которого планировался вскоре. Я разработал интерфейс для совместного полета на активном участке и разделения на орбите, отвечал за все виды деятельности по запуску, включая наземные испытания, стартовые работы на полигоне Байконур (Рис.28). Запуск был экономически выгодным, привлекательным по срокам запуска и, пожалуй, самым надежным из имеющихся на тот момент возможностей.

Во-вторых, заказал в Москве на фирме, с которой долгие годы сотрудничал, самые прогрессивные солнечные панели, покрытые специальным слоем, предохраняющим фотопреобразователи от радиационных повреждений. Панели предназначались для эксплуатации в условиях космоса без существенного снижения эффективности. При полете Техсата достоинства панелей были полностью подтверждены — благодаря им спутник стал космическим долгожителем. Учитывая экономическую обстановку в России, цена панелей была невысокой, и контракт на их поставку был исключительно выгодным для Израиля.

В-третьих, был полностью переделан прибор для измерения содержания озона в атмосфере. Дело в том, первый мониторинг атмосферного озона из космоса был осуществлен ВНИИЭМ на спутнике Метеор американским прибором ТОМС. В этом международном проекте я также был задействован и в процессе выполнения проекта даже написал и издал книжку о методах измерения концентрации озона из космоса. К сожалению, при проектировании

озонометра, установленного на Техсате, были допущены принципиальные ошибки, не позволяющие использовать прибор по его назначению. Требовалась переделка. Я предложил новый ультрафиолетовый монохроматор, который был разработан, испытан и установлен на спутник. Самым трудным было убедить руководство проекта в необходимости замены прибора. Пришлось привлечь к экспертизе американских специалистов в этой области, которые подтвердили несостоятельность первого варианта прибора и способность предложенного мной прибора измерять атмосферный озон. Для обработки результатов измерений в полете был предложен новый алгоритм, в котором впервые использовалась a priori информация из Интернета о среднемесячных значениях концентрации озона, полученных ранее при космическом мониторинге озона. При этом точность определения общего содержания озона и озонных профилей отвечала современным требованиям.

Наконец, в-четвертых, на малом спутнике впервые была установлена сборка специальных отражателей (Ретро-Рефлекторов - РР), позволяющая с помощью лазерного зондирования с наземной станции измерять точное положение спутника на орбите. История этого нововведения такова. На лицевой панели спутника, обращенной к Земле, предполагалось вначале установить инфракрасный датчик горизонта для системы ориентации спутника. Однако, фирма Эль-Оп, ответственная за разработку прибора, за месяц до отправки спутника в Россию для подготовки к запуску сообщила, что прибор в силу ряда технических обстоятельств не будет поставлен. Было принято решение продолжить работы со спутником, заменив датчик горизонта на его механический эквивалент. Мое предложение установить на освободившееся место не массогабаритную болванку, а реальную полезную нагрузку - РР, соответствующую по массе и размерам датчику горизонта, было воспринято с пониманием, так как РР придавал Техсату-2 новое качество. Оставался открытым вопрос, как можно в столь короткий срок создать достаточно сложный оптический прибор. Опять помогли мои связи в России - РР был разработан, испытан и установлен на спутник уже в России незадолго до запуска. На орбите при измерении расстояний до спутника с использованием РР были получены интересные результаты. Однако больше, чем эти результаты, запомнился забавный случай, произошедший в первые дни полета Техсата. После отделения пяти маленьких спутников от спутника-носителя на орбите образовался рой из шести космических аппаратов, движущихся на близких орбитах. Параметры орбит были зарегистрированы в международном каталоге, но приписаны не к тем спутникам в группировке, которым они принадлежали. Благодаря особенности Техсата по оптическому отражению, он был выделен из сборки и ошибочное отождествление спутников исправлено в реестре. После экспериментов на Техсате лазерное определение расстояний с помощью бортового РР стало устойчивой темой исследований в нашем институте.

Хотелось бы сразу же оговориться, что такое подробное описание коллизий со спутником Техсат ни в коей мере не связано с его какой-то исключительной ролью в израильской космонавтике. Преувеличенное внимание к самому спутнику и коллективу его создавшему, обусловлено всего лишь судьбой автора данной книги. Техсат - лишь небольшая часть тех масштабных проектов, которые принесли славу Израилю, а упомянутые мною коллеги – только малая доля тех больших коллективов, благодаря талантам и трудолюбию которых была написана космическая история Израиля. Поэтому я прошу читателя рассматривать краткую историю создания Техсата, как лирическое отступление.

Кстати, персонификация событий в современной истории науки и техники оказывается достаточно сложной задачей. Если раньше открытия и изобретения делались совершенно определенным ученым или инженером, то в последнее время в условиях научно-технического прогресса каждое серьезное завоевание достигается усилиями больших коллективов и приписать заслугу успеха одному человеку становится невозможным. Поэтому зачастую люди, внесшие наибольший творческий вклад в работу, оказываются обделенными известностью изобретателя или первооткрывателя.

Недавно в известном российском журнале «Новости космонавтики» была опубликована статья, посвященная как раз 20-летию запуска первого израильского спутника Земли, точнее, процессу разработки и первым испытаниям израильской ракетной техники. Так вот, в этой статье летопись создания носителя, способного вывести спутник на орбиту, представляет собой описание взаимодействие между политическими и военными деятелями страны, направленными на получение государственного заказа. Такой подход к истории техники представляется мне неправомерным. Разумеется, легализация проекта, его финансовая поддержка являются необходимым условием его реализации, но успех предприятия, в конечном счете, определяется исполнителями проекта, среди которых имеются лидеры и идеологи, достойные упоминания при изложении исторического процесса создания новой техники.

Полет первого израильского космонавта Илана Рамона также относится к категории исследовательских. Во время 16-дневной миссии Рамона и его коллег проведено более чем 80 экспериментов в науке о земле и космосе, человеческой физиологии, при подавлении огня и изучении влиянии

микрогравитации на большое разнообразие естественных явлений. В том числе Илан Рамон полностью выполнил два израильских эксперимента:

- 1. Изучение переноса пыли в средиземноморском регионе и влияние этих процессов на погоду и климат (ответственный Тель-Авивский университет) эксперимент под названием МЭЙДЭКС (Рис.29);
- 2. Выращивание на орбите кристаллов на основе солей кобальта и кальция в условиях микрогравитации (ответственный Хайфский Технион). Вместе с Техниоиом, коммерческими компаниями и космическим агентством, ученики старших классов школы Орт-Моцкин в Хайфе также участвовали в этом эксперименте (Рис.30). Большую часть отснятых материалов и результатов измерений Илан Рамон успел передать на Землю.

Трагическая смерть нашего космонавта — выдающегося человека и опытного летчика - большая потеря для его семьи и близких, для народа Израиля, армии, науки. Нужно ли посылать людей в космос? Многие ученые, особенно после гибели Колумбии, считают, что полезней, надежней и безопасней посылать роботов. Тем не менее, израильское правительство не отказалось от намерений иметь своего астронавта. Вскоре после гибели Илана Рамона сообщалось, что достигнута договоренность о продолжении участия Израиля в американской пилотируемой программе после выяснения причин аварии Колумбии. После возврата к полетам в рамках Шаттла контакты с НАСА возобновились, но никаких конкретных результатов пока нет. Поэтому рассматривается и российский вариант сотрудничества в пилотируемых проектах.

Рассматривая влияние полета Илан Рамон на израильские космические программы и исследования, не следует забывать, что космонавт находился на американском космическом корабле, а американская программа пилотируемых полётов и израильские планы освоения космоса между собой непосредственно не пересекаются. В то же время пилотируемые полеты всегда находятся в центре внимания общественности и личности космонавтов вызывают повышенный интерес. Поэтому отметим, что в космосе побывало не менее 11 астронавтов-евреев, среди них 3 женщины. Вот их имена: Борис Волынов, первый еврей в космосе, СССР, корабли Союз-5, 1969; Союз-

Юдит Резник, женщина-астронавт, первый еврейский астронавт, совершивший выход в открытый космос, США, Шаттл Дискавери, 1984; Челленджер, 1986. Джеффри Гофман, США, Шаттл с, 1985, Коламбия, 1990, Атлантис, 1992, Ендоувер, 1993, Коламбия, 1996. Джой Апт, США, Шаттл Атлантис, 1991, Атлантис-Мир, 1996; Ендоувер, 1992, 1994.

Мартин Фитман, США, Шаттл Коламбия, 1993. Давид Вольф, США, Шаттл Коламбия, 1993; Атлантис-Мир, 1997, Атлантис,



Рис.29. Логотип эксперимента МЕЙДЭКС



Рис.30. Студенческие предполетные опыты: цвета израильского флага голубовато-синеватый имеют кобальтовые кристаллы, белый - кальциевые

2002

Элен Бейкер, США, женщина-астронавт, Шаттл Атлантис, 1989, Коламбия, 1992. Атлантис-Мир.1995. Марша Айвенс, США, женщина-астронавт, Шаттл Коламбия, 1990, Атлантис, 1992, Коламбия, 1994, Атлантис-Мир, 1997, Атлантис, Скотт Горовиц, США, Шаттл Коламбия, 1996, Discovery, 1997, Атлантис, 2000, Discovery, 2001. Рамон, Израиль, Шаттл Илан Коламбия, 2003.

Евреи летали в космос 30 раз, а абсолютным лидером является женщинаастронавт Марша Айвенс, совершившая 5 полетов в космос. Двое евреевастронавтов, Юдит Резник и Илан Рамон погибли в катастрофах своих космических кораблей. На международной космической станции (МКС) летал американский астронавт Гаррет Рейсман, 40-летний инженер-механик из Нью-Джерси, первый еврей в экипаже МКС. Имея выраженную еврейскую идентичность, он взял с собой в космос Декларацию Независимости Государства Израиль, а также флажок с символами Государства Израиль, подписанный президентом Шимоном Пересом. Во время празднования 60тилетия независимости Израиля в мае 2008 он посылал приветствие из космоса жителям Израиля. Вскоре, как ожидается, на МКС появятся или уже появились две мезузы*. Их привезет астронавт Грегори Чамитофф, который должен заменить Рейсмана на станции. (*Мезуза - маленький свиток пергамента с отрывком из Торы, помещенный в коробочку, прикрепляемую к дверному косяку в еврейских семьях как знак и напоминание их веры.)

9. Космические старты

Космический полет начинается с наземного старта. А все начинания трудны – гласит еврейская мудрость. Как видно из Таблицы 1, израильские космические неудачи связаны с несостоявшимися стартами. В России в случае аварии при запуске говорили что, ракета улетела «за бугор». В Израиле остряки говорят о запуске «водоплавающего спутника» - не вышедшие на орбиту спутники покоятся на дне Средиземного (ОФЕК) и Охотского (ТЕХСАТ-1) морей. В то же время официальных сообщений о нештатных ситуациях на борту

запущенных спутников не сообщалось — все космические миссии были выполнены успешно. Это напоминает советскую космонавтику, когда с большой помпой описывались достижения, и скромно умалчивалось о неудачах. Я вспоминаю один из многочисленных российских запусков 70-ых годов прошлого столетия, в котором я принимал участие. Почти сразу же после старта на спутнике дистанционного зондирования Земли был обнаружен радикальный отказ в системе ориентации, приведший к тому, что спутник хаотически вращался вокруг своих осей, и не было никаких возможностей его стабилизировать. Спутник был заранее разрекламирован, и поэтому на следующий день после драматического старта в прессе появилось сообщение об успешном запуске «спутника, который в отдельные моменты ориентирован на Землю с точностью, превышающей запроектированную». Вот вам блестящий образец абсурдной (но типичной) словесной казуистики.

К сожалению, также были сфальсифицированы многие события советской истории космонавтики. В угоду ложным идеалам первенства и превосходства очень часто подтасовывались факты, искажались результаты, скрывались неудачи, выпячивались мнимые достижения. Когда открылся обман в описании российских космических событий, Курт Дебус — первый директор Космического Центра им. Кеннеди - назвал советскую программу освоения космоса технологической софистикой. Тем не менее, нельзя сбрасывать со счетов реальный вклад советской науки и техники в завоевание космического пространства, в создание целого ряда совершенных ракетных и космических систем. Несмотря на существенное снижение активности в космосе, Россия, благодаря своим ракетам, и в настоящее время сохранила лидирующее положение на рынке пусковых услуг.

Вернемся, однако, к хронологической Таблице 1 израильских космических свершений и сгруппируем их по странам, которые осуществляли запуски спутников. Наибольшее количество запусков (7) было произведено с территории Израиля (Рис. 31). На втором месте находится Россия, запустившая 6 израильских спутников со своих полигонов и арендуемого ею казахского космодрома Байконур. Остальные страны запустили в космос значительно меньше израильских аппаратов.

Последние наземные проверки спутника на полигоне, установка спутника на ракету, испытания ракеты на технической позиции, предстартовые проверки всей пусковой системы являются очень напряженными этапами работы, полными драматизма для его участников. Невзирая на тщательность отработки элементов космических программ, на полигоне всегда отмечаются сбои, отказы в аппаратуре возникают нештатные ситуации, непредвиденные обстоятельства. Отсрочки и переносы сроков являются скорее правилом, чем исключением.

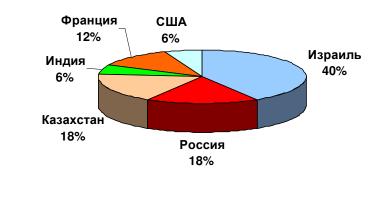


Рис.31. Пусковые услуги различных стран в осуществлении израильских космических проектов

□ Израиль ■ Россия □ Казахстан ■ Индия ■ Франция □ США



Рис.32. Спутник АМОС-3 по дороге в космос

Например, затягивание сроков запуска спутника-радара ТЕКСАР индийской ракетой объясняли не только техническими неполадками, плохими погодными условиями, но и вмешательством Америки, возражающей против передачи информации со спутника другим странам; а также попытками Ирана сорвать запуск спутника, путем массированного давления на индийскую исламскую оппозицию.

Я хорошо помню запуск малого израильского спутника ТЕХСАТ-2 во время экономического кризиса в России. Спутник запускался, как одна из попутных нагрузок большого российского аппарата РЕСУРС, с космодрома Байконур за два месяца до дефолта 1998 года российской финансовой системы. Первый перенос даты запуска, на который прибыли делегации всех стран, участвующих в этом международном проекте, произошел после отказа датчика курса ракеты Зенит за день до старта. Запасного датчика не было, завод подобные приборы уже не производил в связи с отсутствием заказов. Датчик сняли с ракеты, находящейся в монтажно-испытательном корпусе и предназначенной для запуска пяти спутников связи ОРБКОМ, и установили на нашу ракету. Пока принимались и реализовывались эти решения, члены делегаций разъехались по домам. И правильно сделали, потому что более длительная отсрочка запуска произошла вскоре, когда казахская сторона отключила электричество на стартовых позициях за неуплату долгов российской стороной. Тем не менее, запуск оказался успешным, и это следует признать чудом на фоне царящего хаоса и, учитывая, что предыдущая и последующая ракеты Зенит ушли «за бугор».

Как уже говорилось, не обошлось также без сюрпризов при состоявшемся недавно запуске с космодрома Байконур спутника АМОС-3, когда впервые стартовала ракета Зенит в трехступенчатом варианте — ранее трехступенчатые Зениты взлетали только с морского старта (Рис.32). Запуск был осуществлен компанией Международные Космические Услуги, являющейся собственником ракет российских и украинских производителей, с модернизированного под эти цели стартового комплекса. По свидетельству российского участника запуска «израильские партнеры безмерно радовались, хотели даже переименовать свой спутник в АМОС-60, но ограничились тем, что поместили на обтекателе носителя стилизованную эмблему 60-летия Государства Израиль». После отработки первых двух ступеней и трех включений разгонного блока ДМ спутник был выведен на близкую к стационарной орбиту.

Анализ после запуска показал, что положение спутника в апогее отличается от номинального, более чем на 1 000 километров, и спутник нуждается в маневре для возвращения к требуемому значению. Таким образом, в результате наземного старта ракеты Зенит-3 спутник AMOS-3 был выведен на орбиту, параметры которой немного отличаются от параметров намеченной целевой орбиты из-за ошибки в программном обеспечении, отмеченной в блоке последней ступени. Серией маневров в течение нескольких недель AMOC-3 с помощью собственного двигателя довел орбиту до круговой, уменьшил ее наклонение до нуля и спутник был стабилизирован в точке стояния 4° западной долготы. Несмотря на то, что устранение ошибки вынудило AMOS-3 использовать для достижения заключительного положения больше бортового топлива, чем запланировано, у спутника все еще, как ожидают, осталось топлива на 17 лет работы на орбите.

Запуски семейства коммерческих наблюдательных спутников производились с космодрома Свободный в Амурской области с помощью конверсионного носителя Старт-1, созданного на основе межконтинентальной баллистической твердотопливной ракеты Тополь. Космодром был основан более 10 лет тому назад в месте дислокации ракетной дивизии. Стоимость запуска с помощью четырехступенчатой ракеты-носителя легкого класса Старт-1 для иностранных заказчиков оценивается в 6-8 млн. долларов. В 2008 году в России приняли решение о расформировании космодрома Свободный и одновременно приступили к созданию нового гражданского космического порта Восточный в той же области вблизи г. Углегорска. К 2015 году с Восточного должны пойти первые запуски ракет среднего и тяжелого класса с автоматическими спутниками и грузовыми кораблями (в том числе и к МКС). Космодром должен иметь возможности для запуска всех типов космических аппаратов – от легких (массой до 500 кг) до тяжелых (30-40 т), а также обеспечить межпланетные запуски. Возможно, для космодрома Восточный Роскосмос выберет в качестве базового носителя ракету «Русь», которая является модификацией известной ракеты «Союз». Ракета будет экологически чистой, топливом будет служить водород. По сравнению с предшественниками новинка будет мощнее и совершениее. Новый космодром на Дальнем Востоке задуман, как альтернатива Байконуру. Израиль должен учесть при космическом планировании на более отдаленную перспективу, что будущее российской космонавтики и международных пусковых услуг за космодромом Восточный.

Тем не менее, на ближайшее время пусковые услуги космодрома Свободный продолжены для обеспечения запусков по программе ЭРОС. В целом программа предусматривает запуск ракетой Старт-1 трех космических аппаратов (ЭРОС -A, Б и С) со схожими параметрами и согласованными

сроками запусков и еще пять запусков – опционально. После успешного выполнения очередного запуска спутника ЭРОС - Б был зарезервирован следующий запуск аппарата ЭРОС -С.

Как уже это было сказано ранее, география и политика диктуют направление запуска ракеты Шавит на запад по Средиземноморью. Это означает, что выводимые полезные грузы могут достигать орбит, покрывающих только низкие широты. Чтобы обеспечить глобальное покрытие, спутники должны располагаться на орбитах высоким наклонением, которые проходят вблизи полюсов Земли, а это требует их запуска по траектории, направленной на север или на юг, которая является недоступной для ракеты Шавит, стартующей с территории Израиля.

Дополнительным аргументом в пользу запуска первого радиолокационного спутник ТЕКСАРА иным способом, нежели ракета Шавит, являлся тот факт, что надежность израильского носителя не так уж и высока. Первоначально предполагалось, что ТЕКСАР также будет запущен на низкую орбиту носителем Старт-1. Массогабаритные характеристики спутника позволяют это сделать. В конечном счете, спутник был запущен, как известно, индийской четырехступенчатой ракетой PSLV, комбинирующей твердое и жидкое Сомнительна целесообразность использования такой ракеты, приближающейся по своим характеристикам к среднему классу ракетносителей типа «Союз», для запуска легкого аппарата, подобного спутнику ТЕКСАР. Однако работа проходила в рамках более широкого индийскоизраильского сотрудничества. Израильская сторона для обеспечения своих обязательств предпочла запуск спутника на PSLV. Кроме того, запуск с космодрома Свободный не мог обеспечить требуемое наклонение орбиты порядка 40° из-за гораздо более высокой географической широты расположения космодрома. Ожидается, что впоследствии с территории Индии будут запущены еще два израильских спутника. Отметим, что запуск спутника ТЕКСАР собственной ракетой Шавит обощелся бы Израилю в 20 млн. долларов, что на 5 млн. дороже, чем запуск с помощью индийской PSLV. Несмотря на успех миссии, специалисты министерства обороны считают данный запуск исключением из правил, придерживаются политики сохранения независимых пусковых возможностей и намерены продолжить запуски будущих военных спутников, используя ракету Шавит.

Как видно из изложенного выше, между Израилем и Россией в космической сфере уже налажена кооперация. Например, Израиль широко использует услуги России при запуске спутников. С помощью российских ракет-носителей на орбиту были выведены такие израильские спутники, как ТЕХСАТ, АМОС-2, АМОС-3, ЭРОС-А, ЭРОС-Б. Однако более тесное сотрудничество в области

космических исследований, обмена новейшими технологиями продвигается очень медленно. Тормозящим моментом является отсутствие соглашения между правительствами, обусловленное известными политическими причинами.

Существует огромный потенциал для обеспечения взаимодействия между нашими странами, фундаментальным фактором которого является наличие в Израиле многочисленной общины выходцев из России и стран СНГ. В Израиле проживает около 1 млн. 200 тыс. выходцев из бывшего СССР (примерно 20% населения).

Пик репатриации евреев из стран, входящих в состав бывшего Советского Союза, наблюдался в начале 90-х годов. Известны высокий интеллектуальный потенциал русской алии и ее значительное влияние на израильское общество. Именно на этот период приходится начало израильской космической эры. Поэтому можно было ожидать активного участия выходцев из СССР в израильских космических проектах. Однако судьбы ученых и инженеров, занятых в космических и ракетных отраслях, являющихся секретными и в СССР, и в Израиле, отличаются от судеб других репатриантов. В СССР существовали официальные ограничения по приему на работу евреев в указанные отрасли. Поэтому их количество было существенно ниже, чем в открытых отраслях науки и техники. Выезд подобных специалистов на постоянное местожительство за границу был строжайше запрещен до начала 90-ых годов. Тот небольшой контингент репатриантов 90-ых, имеющих опыт работы в космической сфере, мог получить в Израиле работу по специальности только после нескольких лет проживания в стране. Большинство из этих специалистов были пожилыми людьми, прибывшими из страны, переживавшей глубочайший экономический и технический кризис. Они не смогли быстро приспособиться к новым требованиям, языку – остались невостребованными и в дальнейшем ушли на пенсию. Очень незначительной прослойке молодых инженеров из смежных областей техники удалось участвовать в космических проектах. Однако они подключились не в начале пути, а на более поздних стадиях создания космической техники; о них мало что известно в силу закрытости космической индустрии.

Исключительный случай представляет коллектив Института Космических Исследований, который разработал и испытал спутник ТЕХСАТ и продолжил космические исследования на академическом уровне. Костяк этого коллектива составляли выходцы из бывшего Советского Союза — конструктора, электронщики, программисты, специалисты по небесной механике, управлению, связи. Эти люди сумели применить свои навыки, приобретенные в СССР, в израильских космических разработках. После запуска спутника ТЕХСАТ большинство из них покинуло Институт и успешно продолжило

карьеру в израильском хай-теке. В целом же вклад ученых и инженеров советского происхождения непосредственно в израильские космические свершения в силу целого ряда обстоятельств оказался существенно ниже ожидаемого. Тем не менее, привлечение российской диаспоры к участию в израильских космических проектах необходимо продолжить. Эти люди кровно заинтересованы в процветании государства, с которым они связаны этнически и в котором они обрели гражданство. Как носители смешанного менталитета, они лучше ориентируются в возможностях взаимовыгодного сотрудничества двух стран. Недальновидной представляется политика, в которой эти факторы не учитываются.

Что касается уроженцев из бывшего СССР, детей репатриантов, то они получили и получают образование в Технионе на факультете аэронавтики для дальнейшей работы в космической отрасли и уже вносят колоссальный вклад в индустрию.

10. Технология и сотрудничество

Важным достижением израильской космической политики в последние годы считается создание традиций в коммерческих применениях спутников, а также дальнейшая концентрация усилий в разработке прогрессивных технологий и укреплении международного сотрудничества. Разработчиками и поставщиками космической техники являются государственный концерн IAI и ряд частных компаний, таких как Рафаэль, Эл-Оп, Тадиран и др. Номенклатура внешних поставок обширна и включает космические системы, детали и аппаратуру.

Проиллюстрируем эту производственную активность Израиля несколькими примерами. Израильская компания Эль-Оп участвовала в создании наблюдательного спутника Южно-Корейского Космического Агентства, используя технологические возможности, подобные разработанным для изготовления серии военных спутников-шпионов ОФЕК. Компания поставила систему получения изображений Компсат-2/Эрирэнг-2, обеспечивающую разрешение на поверхности Земли 1м в черно-белом режиме работы и 4м для цветных изображений.

Компания Gilat Satellite Networks, расположенная в Петах Тикве, производит оборудование VSAT (Very Small Aperture Terminals) и оказывает услуги спутниковым системам связи для промышленности и правительства, включая подключение сельских потребителей к сети связи. Ее место в списке из 50-ти крупнейших мировых производителей космического оборудования — 37. Продажи компании в 2007 и 2008 годах составили 283 и 268 миллионов долларов соответственно, а чистая прибыль в 2007 году - 22.3 миллиона

долларов. Географически рынок поставок охватывает Америку, Россию, страны Европы, Азии, Латинской Америки, Африки. Например, только аргентинский ведущий провайдер радиовещательного спутникового сервиса уже развернул небольшие терминалы, производимые компанией Гилат, на 2000 сайтах по всей стране.

Переговоры о продаже целых спутников велись с различными странами, но, насколько мне известно, до конца договоренности не были доведены. Так, например, в начале 2007 года провалилась сделка по продаже Турции спутника-шпиона ОФЕК, стоимость которого оценивается в 250-300 миллионов долларов. Причина срыва переговоров состояла в том, что Израиль обусловил сделку отказом Турции от использования приобретаемого спутника для съемок израильской территории. Однако Турция не согласилась дать такую гарантию, хотя речь шла об общепринятом условии при подобных контрактах.

Возможно, высказанное недавно пожелание Пентагона (США) приобрести у Израиля серию спутников-радаров, подобных ТЕХСАРУ, окажется более результативным. Американское правительство ищет способы оперативного реагирования на все увеличивающееся число случаев грубого применения силы в космосе против спутников, инициированное в последние годы, в частности, Китаем. Корпорация Нортроп Грумен (США) планирует создать систему быстрого реагирования, используя модифицированные спутники ТЕХСАР. Спутник ТЕХСАР несет радарную съемочную аппаратуру для получения значительного количества изображений, с необходимой периодичностью, днем и ночью, при любой погоде; аппаратуру, способную собирать изображения с больших площадей и обеспечивающую как неотложные потребности фронта военных действий, так и более широкие разведывательного ведомства. Радар TEXCAP всевозможными изобразительными способностями и предлагает американским пользователям вооруженных сил и правительства быструю реакцию, очень низкую степень риска, и допустимое время доступа. ТЕХСАР представляет собой недорогой спутник, позволяющий за очень короткое время развернуть в космосе систему тактических спутников.

ТЕХСАР в американской конфигурации - миниспутник, весящий приблизительно 363 кг. Проектная стоимость, как ожидают, составит приблизительно \$200 миллионов за спутник, включая затраты на его запуск. В спутнике используется стандартизованная платформа ОРТСАТ-2000, развитая ІАІ, и полезная нагрузка (САР) весом около 100 кг. В то время, как разрешение

изображений, получаемых с помощью радара, является секретной информацией, рекламируемые способности радара включают многомодовый режим работы, режим с высокой разрешающей способностью на небольших участках, полосатое и мозаичное изображения (электронное управление лучом) и покрытие широкой площади. Для облегчения выделения цели проводится улучшение изображений с использованием поляризационных методов. Планируется иметь спутник, готовый к использованию на орбите, через 28 месяцев после начала работ.

В Пентагоне считают важнейшим достоинством спутника ТЕХСАР тот факт, что время для получения окончательно обработанного снимка с момента начала сканирования очень короткое – всего 15 минут. Эксперты полагают, что небольшие, недорогие радарные спутники и поддерживающие наземные системы могут быть созданы к 2012 году. Спутник будет храниться в условиях, обеспечивающих быструю подготовку к запуску в течение 30 дней со дня заказа. Спутники ТЕХСАР, заказанные США, смогут запускаться как индивидуально дешевыми ракетами Минотавр или Фалькон-1, так и группой из четырех и более спутников с помощью пусковой установки класса EELV. Предлагаемый американско-израильской командой специалистов оперативно реагирующий САР-спутник может стать важной частью американского инвентаря, обеспечивающего глобальную осведомленность о возможных космических опасностях. Если переговоры о создании такого спутника завершатся успешно, это будет признанием высоких достижений израильской космической индустрии. Наконец, перспективным и значимым представляется участие Израиля в создании Европейским Космическим Агентством спутниковой системы Галилео, налогичной американской глобальной системе навигации и определения положения GPS.

Возможности делового сотрудничества в космосе между различными странами определяются доступностью финансовых средств соучастников, контролем экспорта, гарантиями длительного взаимодействия в будущем. Все эти вопросы зависят от законов кооперирующих стран и иногда усложняют взаимодействие. Поэтому перспектива коммерческой активности связана с состоянием межгосударственных отношений. В частности, на продажу другим странам продвинутого оборудования, составных частей для использования в космосе распространяются правила и процедуры, предусмотренные законодательством для реализации вооружений. Например, американское управление экспортом военных технологий контролирует перечни компонент, поставляемых за рубеж. Перечни включают солнечные элементы, электрические батареи, интегральные схемы, светочувствительные устройства, оптические покрытия и др. Перечни видоизменяются, что создает известные трудности при

проектировании космического оборудования, в котором использованы продвинутые американские компоненты.

Возникают также вопросы с ограничениями на передачу результатов исследований третьей стороне. Известна, так называемая, проблема «оптической заслонки», связанная с регулированием ведомствами США космической съемки, проводимой такой комбинированной аппаратурой. США настаивают на праве осуществлять, так называемый, контроль заслонки означающий ограничения на активность по получению изображений. Здесь также возможны разногласия, вызванные тем, что наблюдательная аппаратура Израиля должна быть готовой к работе при любых космических обстоятельствах, поскольку осуществляемый с орбиты мониторинг событий на территориях соседних враждебных государств является весьма важным для национальной безопасности.

Израиль имеет достаточно большие успехи, признанные международным сообществом космических исследователей и оформленные соглашениями о сотрудничестве в космосе с космическими агентствами многих стран.

Совместные работы со своими коллегами из США, Франции, Германии, России, Украины, Южной Кореи, Голландии, Индии ведет, например, Институт Космических Исследований (АСРИ). О международных проектах израильской космической промышленности мы говорили ранее. Несомненно, что международное сотрудничество Израиля с другими странами в области космоса необходимо расширять при любой возможности. Например, большую заинтересованность в партнерстве с Израилем в последнее время проявляет Казахстан. Предполагается широкое сотрудничество в области подготовки кадров, совместных технологических разработок и по другим космическим программам, включая эксплуатацию полигона Байконур. Кроме того, израильская промышленность рассчитывает на получение заказа на поставку спутника для наблюдения Земли для правительства Казахстана. Предполагается использовать вариант оптической изображающей камеры, хорошо зарекомендовавшей себя в полете на борту спутников ЭРОС-Б и ОФЕК-7. Напомним, что подобная камера способна различать объекты диаметром 70 см с орбиты высотой 530 км при полосе захвата снимка 6.7 км. Масса и потребление камеры составляют 45 кг и 50 ватт соответственно.

Следует активизировать поиски стратегических партнеров, практиковать продажу израильских достижений дружественным странам и т.д. Будущие научно-исследовательские проекты позволят Израилю расширить кооперацию и поддержать свое место в авангарде космических исследователей в последующие годы.

11. Национальные особенности

Еще в 1922 году, отстаивая необходимость развития системы еврейского высшего образования, Альберт Эйнштейн сказал: «Наука интернациональна, но ее достижения куются в национальных институтах». Если распространить это высказывание на израильскую науку и практику, то какими достижениями в освоения космоса можно похвастать, в чем состоят их национальные особенности? Какой особый путь развития в космосе предначертан избранному народу? Отличия выявляются при сравнении.

Мы уже говорили о мизерном израильском космическом бюджете. В относительных величинах он в 300 раз меньше американских ассигнований на космические программы. Утверждают, что непосредственно в создании и эксплуатации израильских спутников занято не более 700 человек. Думаю, что в России в работы по космосу вовлечены сотни тысяч людей. В институте, где я работал до переезда в Израиль и который разрабатывал только метеорологические спутники, было несколько тысяч сотрудников. В Институте Космических Исследований (Москва) в настоящее время трудится более 900 Институте Космических Исследований (Хайфа) на человек, в нашем постоянной основе никогда не работало более 25 сотрудников. Площадь космического полигона Байконур ~ 7 тыс. кв. км, а вся площадь государства Израиль превышает площадь полигона всего лишь в 3 раза. Иными словами, ни по размаху деятельности, ни по человеческим ресурсам, ни по расходуемым средствам Израиль не может конкурировать со своими партнерами по космическому клубу.

Евреи любят сочинять и рассказывать смешные истории и анекдоты о самих себе. Не осталось без внимания и освоение космоса в Израиле. Как известно, в соответствии с религиозными канонами евреям запрещено работать в субботу (шаббат). По определению еврейской субботой, седьмым днем недели, днем покоя и радости, считается отрезок времени от захода солнца в пятницу до появления трех звезд на небе вечером в субботу. Эти моменты заранее строго вычисляются для каждой местности с минутной точностью. Однажды в пятницу во время запуска ракеты старт ракеты в течение дня несколько раз откладывался из-за технических неисправностей, так что окончательное разрешение было получено только в конце дня. Когда в процессе выполнения инструкции по запуску дошли до обратного счета времени: десять, девять, восемь, семь,...- кто-то спохватился, что наступил шаббат и отменил дальнейшие работы. Однако фанатичное следование религиозной традиции вряд ли влияет на особенности израильского космоса.

Характерный контраст подмечен в следующем рассказе. Израиль запустил в космос очень совершенный с точки зрения иерархии общения спутник связи. Его системы отличаются высоким интеллектом, налаженным порядком обмена сообщениями, оптимальным реагированием на запросы потребителей. В то же время на бытовом уровне, в беседах и спорах израильтяне, напротив, слушают собеседника невнимательно, неумеренно жестикулируют и, как правило, не дают друг другу возможность договорить фразу до конца. Таковы противоречия космического и земного взаимодействия нашего населения. Перечень подобных курьезных сопоставлений можно продолжить, но, разумеется, не эти черты определяют национальный характер израильской космонавтики.

Израильская космонавтика формировалась под влиянием ряда неблагоприятных факторов, среди которых следует отметить:

- Позднее по сравнению с другими развитыми странами вхождение в космическую эру;
- Ограниченность в стране материальных ресурсов;
- Отсутствие источников финансирования гражданского космоса;
- Отсутствие четкой гражданской космической программы.

Невзирая на это, за прошедшие 20 лет в израильском космосе имеются бесспорные достижения:

- Выбраны прикладные области космической деятельности;
- Созданы спутники дистанционного зондирования Земли оптического и радио диапазонов;
- Эти спутники при небольших размерах и цене обеспечивают предельно достижимое в соответствии с физическими и технологическими ограничениями качество изображений;
- На орбитах оперируют системы подобных гражданских и военных наблюдательных спутников;
- Созданы и оперируют конкурентоспособные геостационарные спутники связи

В противопоставлении существующих трудностей и достигнутых успехов в действительности никакого противоречия нет. Перечисленные выше мешающие обстоятельства не препятствуют, а скорее, наоборот, способствуют активизации Израиля в космосе. Ограниченность ресурсов заставляет заниматься высоко технологичными процессами. Интеллект, квалификация персонала является тем ресурсом, который лучше всего подходит для такой прогрессивной отрасли, какой является космическая индустрия. Отсюда и высокая результативность исполнения космических программ. Разумеется, развитие космической отрасли зависит от судьбы страны. Так вот, ведущие

эксперты предсказывают, что в 2018 году Израиль будет занимать заметное место в мире, причем свои позиции на международной арене Израилю удастся укрепить за счет развития высоких технологий. Страна будет признана миром как лидер, экспортирующий технологии, позволяющие спасти экологию. Поэтому космос, из которого производится контроль экологии Земли, будет играть важную геополитическую роль, улучшая имидж страны.

Помимо геополитических и экономических факторов, которые существенно повлияли на израильскую космонавтику, следует отметить созданную высокоэффективную систему подготовки специалистов для работы в космической отрасли. Хайфский Технион является одним из ведущих образовательных заведений в стране. Большинство сотрудников космической индустрии ранее обучались на факультете аэронавтики. Последние годы я смог непосредственно участвовать в обучении студентов при выполнении ими коллективного дипломного проекта, завершающего обучение. Обычно объектом разработки являются малые спутники, предназначенные для различных применений. Например, одна группа студентов спроектировала спутник-инспектор, который должен был, в случае необходимости, облететь Международную Космическую Станцию, сфотографировать ее и передать изображения на Землю. Другая группа создала спутник-заправщик, доставлявший дополнительную порцию горючего на орбиту. Третья разработала крохотный наноспутник, который отделялся на лунной орбите от индийского спутника Луны и измерял с помощью лазера расстояние между спутниками. Четвертая – спутники-близнецы для получения стереоскопических изображений поверхности Земли. Пятая – анализировала работу спутника. снабженного гиперспектральной камерой и т.д. Все проекты докладывались на Израильской Ежегодной Конференции по Аэрокосмическим Наукам, на Международном Аэронавтическом Конгрессе, получили высокую оценку научной общественности, включены Астронавтической Федерацией в перечень лучших студенческих работ. Молодые люди, выполнившие эти замечательные космические проекты, представляют цвет будущей израильской науки и техники. Наблюдая формирование аэрокосмических инженеров в процессе передачи знаний и навыков от профессорско-преподавательского состава к учащейся молодежи, я подумал, что возможно, в подобной эстафете, в непрерывности, преемственности, в исключительной одаренности студентов и кроется разгадка национального характера народа, и объяснение успехов израильской космонавтики.

Подводя итоги, можно сказать, что Израиль занимает в космосе прочную и динамичную нишу в военной и гражданской сферах, и размах этой деятельности не пропорционален экономическим, географическим и

демографическим параметрам страны. Израильтяне в праве гордиться своими успехами в космосе. Однако количество стран-участниц освоения космоса увеличивается, конкуренция усиливается, с невероятной скоростью совершенствуется техника. В таких условиях существующий разрыв между уровнями космической техники в Израиле и в других странах неуклонно уменьшается. Для сохранения своего превосходства необходим иной государственный подход к проблеме инвестиций, гарантирующий требуемые темпы развития космической отрасли.

Серьезной слабостью национальной космической программы является отсутствие стратегической ясности. Необходимо создание Группы Национального Космического Планирования, которая будет формировать стратегию развития космической отрасли, вырабатывать рекомендации для обоснования будущей космической деятельности, определять приоритеты израильской гражданской и военной космонавтики, разрабатывать программы развития новых технологий и исследования космоса, расширять сотрудничество с сообществом ученых из смежных областей знаний – физики, химии, техники.

Три главных проблемы, зависящие от наших технологических и эксплуатационных достижений в космосе, будут определять в ближайшее время эффективность космоса: его экономическая конкурентоспособность, способность поддержать глобальную войну с террором, и возможность обеспечить полноценный контроль изменений климата. Большинство наблюдаемых увеличений температуры земной атмосферы «очень вероятно» связано с возрастанием уровней искусственных газов, воздействующих на парниковый эффект. Поддержка борьбы мирового сообщества с глобальным потеплением, используя спутниковые методы измерений, - очень подходящая задача для израильской космической науки. У Израиля имеется успешный опыт контроля из космоса озона (ТЕХСАТ) и аэрозолей (МЕЙДОКС, КОЛУМБИЯ) в атмосфере Земли.

При взгляде на израильскую космическую деятельность в целом бросается в глаза прагматичный характер ее устремлений, как в военной, так и в гражданской сфере. Следование соображениям пользы и выгоды явилось важным позитивным фактором успешного развертывания работ в космосе. Однако подчинение всех программ узкопрактическим интересам обедняет их, а на определенном этапе начинает тормозить развитие отрасли. Представляется, что такой момент наступил. Израиль, как никакая другая страна, насыщен превосходными специалистами в различных областях знаний, готовыми применить их при космических исследованиях. Фундаментальные проблемы

космической науки, технологические новинки должны быть в центре внимания в ближайшие годы – это очень важно для будущего.

В связи с этим вот вам поучительная фантастическая история о том, что нельзя зазнаваться, что необходимо постоянно думать о перспективе, если не хочешь попасть впросак. «Сверхдержава, считающая себя непревзойденной в делах космических, снарядила дорогостоящую экспедицию к отдаленной планете потенциальной носительнице жизни, расположенной где-то на окраине Галактики. После долгих мытарств экипаж космического корабля совершил посадку на ее поверхность, как потом оказалось, прямо на рыночную площадь. Космонавт-разведчик спустился на загадочную планету, зашел в ближайшую лавку и попал в объятия китайских коробейников, продающих симпатичным инопланетянкам штампуемый на месте ширпотреб». Следует помнить, что на орбите можно делать, что угодно. Невозможно лишь повеситься — невесомость не позволит. И нельзя в космосе опаздывать — все новое, интересное, ценное и полезное достанется более шустрым.

12. Заключение

В книге представлен документальный обзор событий, проложивших Израилю путь в космос. Читатель знакомится с израильской космической историей, начиная с первых шагов по запуску собственных аппаратов на орбиту и последующих усилий по усовершенствованию техники, которые привели к космической активности на регулярной основе в текущем тысячелетии. За прошелшие годы Израиль полностью вписался в процесс развития космонавтики; прошел через испытания победами и поражениями; пережил коммуникационный серию мировой бум, создав собственных конкурентоспособных спутников связи; сделав приоритетным направлением наблюдение Земли из космоса – разработал военные и гражданские спутники дистанционного зондирования, непревзойденные по совокупности своих характеристик. За невиданно короткий срок крохотный Израиль стал одной из ведущих космических держав в мире.

С ростом экономики и технологическими достижениями других стран связано ощущение утраты лидерства. Это дискомфортное состояние напоминает условия, в которых находился израильский космос 20 лет тому назад. Выход из такого положения известен - увеличение целевых государственных и частных инвестиций в отрасль. Без прогрессивного увеличения финансирования могут быть утрачены и технологические преимущества космической индустрии, и то лидирующее положение, которое Израиль занимает в настоящее время. В

результате такой недальновидной политики Израиль может лишиться регионального военного, гражданского и коммерческого превосходства в космосе. Необходимая поддержка космических программ должна быть обеспечена, невзирая на финансовый кризис. Только в этом случае следующий 20-летний отрезок будет характеризоваться уверенным развитием израильской космической инфраструктуры и ростом инновационного, динамического и выгодного коммерческого сектора. Национальная космическая политика сможет улучшить взаимодействия между всеми направлениями: оборона и разведка, гражданская, коммерческая и международная космическая деятельность. Осуществляемая стратегия будет интегрировать усилия каждого из космических предприятий и, как результат, оптимизировать распределение скудных национальных ресурсов. Главная роль правительства в будущих космических завоеваниях будет состоять в защите от угроз и рисков, снятии барьеров для прогресса отрасли и создании возможностей для фундаментальных исследований и открытий.

Космонавтика - область науки и техники, куда могут безгранично вкладываться человеческие знания. Космические исследования увеличивают экономический потенциал людей. Дальнейшее развитие космонавтики приведет к взлету интеллектуального и материального могущества человечества. Космонавтика грандиозный и могучий инструмент изучения Вселенной, Земли, самого человека. С каждым днем все более расширяется сфера прикладного использования космонавтики. Служба погоды, навигация, спасение людей и спасение лесов, всемирное телевидение, всеобъемлющая связь, получение сверхчистых лекарств и полупроводниковых материалов на орбите, самая передовая технология - это уже и сегодняшний день, и очень близкий завтрашний день космонавтики. А впереди - электростанции в космосе, удаление вредных производств с поверхности планеты, заводы на околоземной орбите и Луне. И многое-многое другое.

Космонавтика, являясь громадным катализатором современной техники, стала одним из главный рычагов современного мирового прогресса. Она стимулирует развитие электроники, машиностроения, материаловедения, вычислительной техники, энергетики и многих других областей народного хозяйства. В ближайшие десятилетия людям Земли предстоит решать такие фундаментальные проблемы, как интенсивный рост народонаселения, истощение земных ресурсов, энергетический кризис. Разрешить все эти проблемы в земных условиях практически невозможно. Космос должен дать человечеству жизненное пространство, вещество и энергию.

В этих исследовательских и прикладных задачах израильские ученые и инженеры видят направления приложения своих сил. Поэтому предлагаемая

читателям книга - не только обзор достижений израильской космонавтики, но и попытка предвидеть ее будущее на основании осуществляемых в настоящее время проектов. Но таким ли будет это будущее? Нельзя сейчас точно ответить на этот вопрос, все будет зависеть от того, какие люди придут на смену современным ученым и инженерам, какие новые идеи и мысли принесут они с собой.

Космическая деятельность проникла своими корнями в современное общество и ныне затрагивает наши самые благородные устремления. Космическая индустрия обладает потенциалом, способным преобразовать современную цивилизацию. Лидеры государств знают, что космическая активность представляет превосходную арену для сотрудничества. Нет сомнений, что в руках космической деятельности находятся ключи от мирной плюралистической современной цивилизации 21 века.

Благодарности

Автор благодарен докторам наук Александру Ширяеву и Марку Гольдману, Маргарите Шамис за помощь в редактировании и оформлении графических материалов. На последней странице книги представлен рисунок израильского художника Валентина Шорра Космический цветок. Обложка книги создана Аллой Федоровской.