Содержание:

Вступление, обзор программы визитов АСФ России в 2012-2013 году..... 03

Программа визита на Байконур и конференции «Физика – космосу» – 2012 05

Рассказ о визите студентов-физиков и молодых ученых на Байконур - 2012 07

Научная программа конференции – семинара «Физика – космосу – 2012»..... 28

Тезисы конференции – семинара «Физика – космосу – 2012» 30

Визит студентов-физиков и молодых ученых на космодром Плесецк - 2013..... 48

Космодром «Плесецк» и город Мирный 56

Ассоциация студентов-физиков и молодых ученых России выражает большую благодарность со-организаторам визита на космодром Байконур, конференции «Физика-космосу» и визита на космодром Плесецк:

- Международной космической школе имени Челомея города Байконур, а также лично её директору Шаталову Дмитрию Владимировичу

- Северному (Арктическому) федеральному университету, а также лично его сотрудникам, непосредственно участвовавшим в организации проекта: Евгению Гусаревичу, Марату Есееву и Олегу Ешевскому (г. Архангельск)

АСФ России благодарит и выражает большую признательность за предоставленную возможность посещения:

- руководству Федерального космического агентства;

- руководству космодрома Плесецк и его начальнику Нестечуку Николаю Николаевичу, а также огромную благодарность служащим космодрома и лично Саенко Владимиру Михайловичу за терпение и радушный прием

- сотрудникам и руководству организаций, принимавших наши делегации: ФГУП «Центр эксплуатации наземной космической инфраструктуры» (ЦЭНКИ – Космический центр «Южный»), НПО «Измерительная техника» (филиал на космодроме Байконур), РКК «Энергия» (филиал «Байконур»), ГКНПЦ имени М.В. Хруничева, Конструкторское бюро „Южное“ им. М. К. Янгеля.

Отдельное спасибо за содействие и творческое сопровождение программ:

- коллективу музея космодрома Байконур (пл.2) и его директору Богдановой Антонине Петровне, а также лично экскурсоводу – Леониду Акпаровичу Сапарову.

- сотрудникам и преподавателям МКШ г. Байконур: Вадиму Анатольевичу Кожеко, Евгению Прощалыгину, Геннадию Дмитриенко, Виктору Мазепа и Ларисе Ивановой.

УДК 53, ББК В3я431, В 850.

Научно – популярное издание «Материалы 2-й конференции «Физика – космосу», научно-технических визитов на космодром Байконур, космодром Плесецк».

Тезисы докладов, описания визитов, объектов посещения.

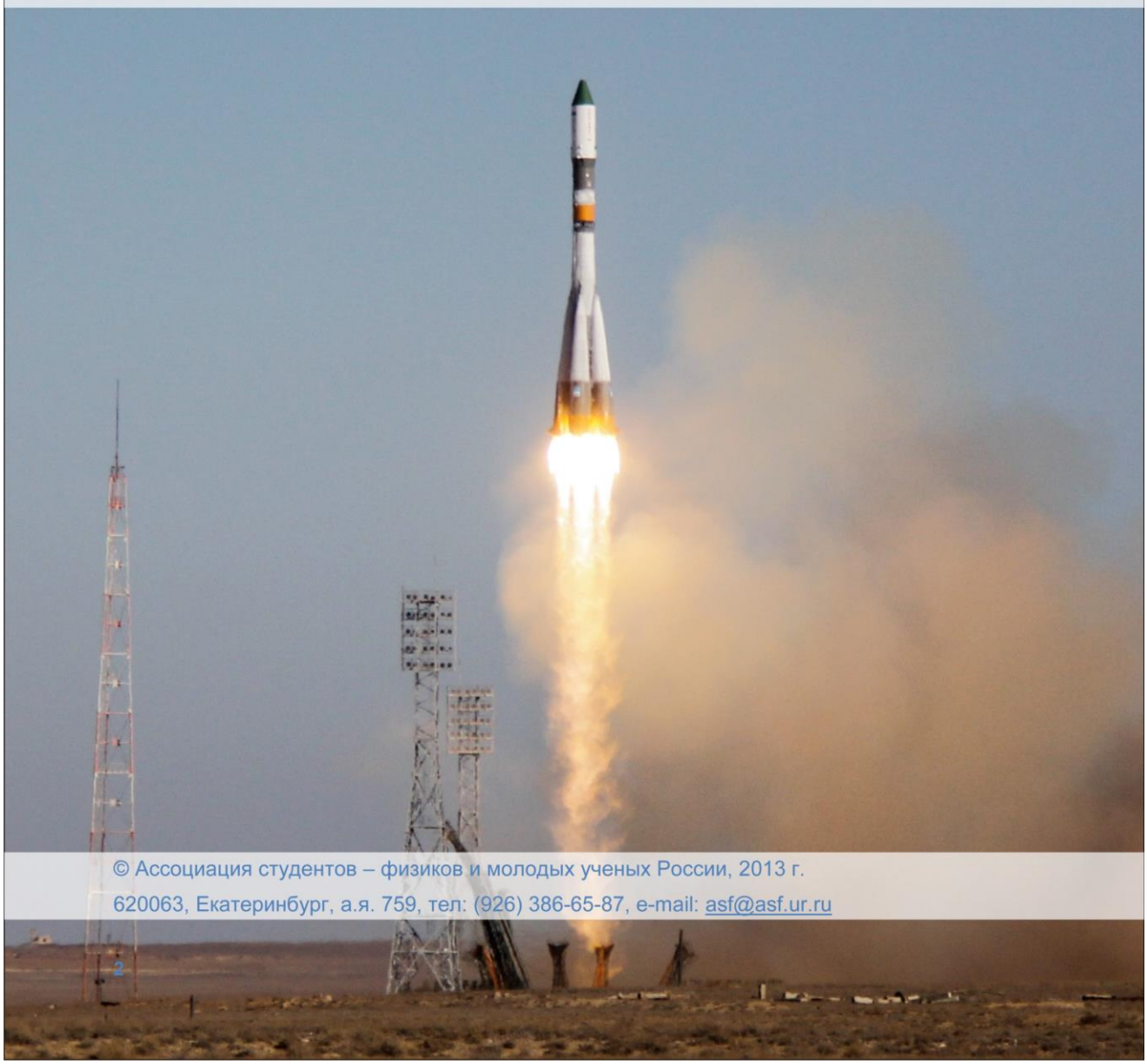
Материалы предназначены для преподавателей, научных работников, аспирантов, студентов, школьников старших классов и прочих интересующихся современной физикой и техникой людей, работающих в области физических наук, космонавтике и смежных с ними областях. А также для тех, кто обладает природным любопытством.

В 1 т.Т.1 – Екатеринбург: издательство АСФ России, 2013.

Ответственный за выпуск, составитель информации, редактор: Александр Арапов

Дизайн: Александр Арапов,

Фото: Александр Арапов, Александр Константинов (Екатеринбург)



© Ассоциация студентов – физиков и молодых ученых России, 2013 г.

620063, Екатеринбург, а.я. 759, тел: (926) 386-65-87, e-mail: asf@asf.ur.ru

Обзор программы визитов АСФ России сезона 2012 – 2013

Дата проведения Длительность Место проведения	Организация – цель визита Принимающая сторона Краткое описание, комментарий по оценке визита.	Количество участников Средняя оценка (по 5-балльной шкале)
30 октября - 4 ноября 2012 6 дней (+2 суток дорога) Байконур	Город Байконур. Космодром Байконур Международная космическая школа г. Байконур Экскурсии и посещения объектов космодрома: пл.31 (МИК, СК - Союз), пл. 200 (СК - Протон), пл. 95 (МИК), пл. 254 (МИК), пл. 112 (МИК), пл. 250 (УКСС), пл. 2: музей, МИК, Гагаринский старт, пл. 45 (СК – Зенит), пл. 42 (МИК), пл. 41 (мемориал), пл. 23 (ИП «Сатурн»). Всего 17 объектов. Экскурсии и посещения города: мемориалы и монументы по программе, гостиница «Космонавт», аллея космонавтов, музей истории города и космодрома, филиал МАИ «Восход», МКШ. Дополнительно: проведение конференции «Физика – космосу» и соревнования по ракетомоделированию.	19 5+
29 марта, 2 апреля 2 раза по 1,5 часа Архангельск ВНКСФ -19	Северный (Арктический) федеральный университет - Центр коллективного пользования «Арктика», лаборатории: атомной спектроскопии, колебательной спектроскопии, УФ-спектроскопии, рентгеновской спектроскопии, термического анализа и калориметрии, электронной микроскопии, жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии, газовой хроматографии, сверхкритических флюидных технологий, элементного анализа, спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Разнообразно, доступно. Но группы слишком большие.	60 5
1 апреля 1,5 часа (+4 часа дорога) Северодвинск ВНКСФ - 19	ОАО «Производственное объединение «Севмаш»». Посещение музея завода. Немногословность экскурсоводов, неприветливость, иногда просто нежелание отвечать на вопросы. Не было допуска на производственные участки вообще. Судоремонтное предприятие «Звездочка» - отказ. **Не рекомендуется для дальнейших посещений.**	54 3-
5 апреля 6 часов (+15 часов дорога) Мирный, Архангельская область	Город Мирный, космодром Плесецк. Посещение музея космодрома, проезд по городу. Посещение объектов космодрома: пл. 43: СК «Союз-2», МИК, МИК «Ангара» центра испытаний и применений КС, стартовый комплекс «Ангара». Всего 4 объекта. Терпеливость и терпимость принимающей стороны, очень подробная и понятная информация.	55 5+
15 июля 3 часа Екатеринбург ЛМШФ-9	Институт электрофизики УрО РАН: - лекция о деятельности института, посещение лабораторий: - лаборатория прикладной электродинамики (ЛПЭ); - лаборатория пучков частиц (ЛПЧ); - лаборатория электронных ускорителей (ЛЭУ) Хорошая организация и отношение. Позитивная обстановка в институте	25 5

15 июля 3 часа Екатеринбург ЛМШФ-9	Институт физики металлов УрО РАН: лекция об истории института, посещение кабинета – музея академика Вонсовского, посещение лабораторий: - лаборатория цветных сплавов - центр электронной микроскопии - отдел наноспинтроники, - лаборатория электрических явлений Интересный подход к программе, но хотелось бы побольше информации и времени к нескольким лабораториям.	23 5
16 июля 1,5 часа Нижний Тагил ЛМШФ - 9	Нижнетагильский музей, завод – заповедник «Горнозаводской Урал», в том числе экскурсия по старому заводу – музею, основной музейной экспозиции. Теплый прием. Потрясающе квалифицированные экскурсоводы, способные заинтересовать!	26 5+
16 июля 1,5 часа Нижний Тагил ЛМШФ-9	Экскурсия на УралВагонЗавод (УВЗ). Танковый музей. В последний момент было отказано в посещении производства без объяснения причин. Перед посещением требуется контролировать решения ответственных лиц из учебного комбината УВЗ. Благодаря музею впечатление несколько поправилось. Респект экскурсоводу музея.	26 4-
17 июля 2 часа Миасс ЛМШФ-9	Экскурсия в Государственный ракетный центр имени Макеева. Посещение музея – рабочего кабинета Макеева. Также только по приезду выяснилось, что на территорию нас не допустят. За весь центр «отдувалась» одна экскурсовод – девушка. Недопустимое отношение к гостям принимающей стороны.	28 3
18 июля 3 часа Златоуст ЛМШФ - 9	Визит в Южно-Уральский государственный университет, филиал в городе Златоуст. Лекция об истории и деятельности ЮУрГУ в Златоусте, экскурсии в лаборатории: металлургическая лаборатория, лаборатория по гибке труб и по территории университета. Очень ответственный подход к организации программы, откровенная лекция и обсуждения.	28 5
22 июля 3 часа Челябинск ЛМШФ-9	Южно-Уральский государственный университет: лекция об истории университета, о физическом факультете ЮУрГУ, посещение лабораторий: интерферометрии, оптической микроскопии и лаборатория спектроскопии, локальная чистая зона. Посещение аэрокосмического факультета ЮУрГУ – авиатренажерный центр. Открытость в общении, серьезный подход к программе.	27 5
23 июля 2 часа Омск ЛМШФ - 9	Омский государственный университет. Краткая экскурсия по факультету и ознакомительная беседа – чаепитие. Приятный, радушный прием, ответственность, предоставлен автобус. Но к сожалению из-за отсутствия сотрудников (отпуска) посетить лаборатории не удалось.	26 4+
25 июля 4 часа Барнаул ЛМШФ - 9	Визит в Алтайский государственный технический университет, естественно-научный факультет, вводная лекция, проведение научного семинара, экскурсия по университету и посещение лабораторий факультета энергомашиностроения, научного инновационного центра порошковых технологий и др. Масштабность приема, серьёзный и творческий подход к проведению программы в целом.	32 5

Программа визита на космодром Байконур студентов - физиков и молодых ученых и международной конференции – семинара «Физика – космосу»

30 октября – 4 ноября 2012

30 октября:

08.00 – 10.00 – приезд, размещение в гостинице – общежитии МКШ
10.00 – 11.00 – переезд из города на площадку 31 космодрома Байконур
11.00 – 13.00 – посещение МИК РН «Союз», стартового комплекса РН «Союз» - пл. 31, 40
13.00 – 14.00 – переезд на площадку 200 космодрома Байконур
14.00 – 15.00 – посещение стартового комплекса РН «Протон», пл. 200
15.00 – 16.00 – переезд в город Байконур (пл.10)
18.00 – 21.00 – открытие конференции – семинара «Физика – космосу», первое заседание научно-практической конференции студентов и школьников «Физика – космосу»

31 октября:

08.00 – 09.00 – переезд из города на космодром
09.00 – 10.00 – посещение монтажно-испытательного комплекса ОК «Буран» (космический испытательный центр РКК «Энергия» имени С.П. Королева), пл. 254
10.10 – 11.00 – посещение монтажно-испытательного комплекса РН «Энергия» (МИК РН «Союз»), пл. 112
11.10 – 14.10 – программа посещения музея космодрома Байконур, пл. 2
14.20 – 15.00 – наблюдение за стартом РН «Союз» с ОК «Прогресс-М»
15.30 – 16.30 – посещение УКСС – стенда-старта РН «Энергия», пл. 250
16.30 – 17.30 – переезд из космодрома в город
18.30 – 22.00 - заседание научно-практической конференции студентов и школьников «Физика – космосу»
22.00 – 23.30 – первое занятие по ракетомоделированию

1 ноября:

08.00 – 09.00 – переезд из города на космодром
09.00 – 10.00 – посещение стартового комплекса РН «Союз» («Гагаринский старт»)
11.00 – 12.00 – посещение монтажно-испытательного корпуса РН «Протон», пл. 92-95
12.00 – 12.20 – посещение стартового комплекса РН «Протон», пл. 200
13.30 – 14.30 – посещение комплекса дальней космической связи «Сатурн», пл. 23
14.30 – 15.00 – переезд в город
16.00 – 19.00 - заседание научно-практической конференции студентов и школьников «Физика – космосу»
20.00 – 22.00 – лекция – экскурсия по Международной космической школе

2 ноября:

08.00 – 09.00 – переезд из города на космодром
09.00 – 11.00 – посещение стартового комплекса РН «Зенит», пл. 45
11.00 – 12.00 – посещение монтажно-испытательного комплекса РН «Зенит», пл. 42
12.00 – 12.20 – возложение цветов к монументу академику М.К. Янгелю, пл. 42
12.20 – 13.00 – возложение цветов у монумента на месте трагедии 24 октября 1960 года, пл. 41
13.30 – 14.30 – посещение Первого монтажно-испытательного комплекса РН «Союз», пл. 2
14.30 - 15.30 – переезд из космодрома в город
16.00 – 20.00 - заседание научно-практической конференции студентов и школьников «Физика – космосу»
20.00 – 22.00 – вечерняя прогулка по городу Байконур

23.00 – 03.00 – наблюдение за стартом РН «Протон»

3 ноября:

11.00 – 12.00 – посещение филиала Московского авиационного института «Восход»
12.00 – 14.00 – экскурсия по городу Байконур
15.00 – 19.00 - заседание научно-практической конференции студентов и школьников «Физика – космосу»
19.30 – 22.00 – посещение Центра подготовки космонавтов (ЦПК имени Ю.А. Гагарина) – гостиницы «Космонавт» с просмотром фильма «Белое солнце пустыни»
22.00 – 23.30 – второе занятие по ракетомоделированию

4 ноября:

08.30 – 09.30 – посещение Центра подготовки космонавтов (ЦПК имени Ю.А. Гагарина) – гостиницы «Космонавт» - аллея космонавтов, пл. 17

10.00 – 13.00 – экскурсия в городской музей истории города и космодрома Байконур

14.00 – 16.00 – посещение исторических и памятных мест города Байконур: монумент РН «Союз» (проспект Королева), монумент боевой межконтинентальной баллистической ракете 15А15 (улица Янгеля), монументы академикам: Королеву, Янгелю, Челомею, Глушко, Бармину, Рязанскому, Кузнецову, монумент «Наука — космосу» в честь советско-американского космического полета «Апполон-Союз» (проспект Гагарина), монумент – памятник погибшим ракетчикам – испытателям.

17.00 – 19.00 – финал соревнований по ракетомоделированию

20.00 – 22.00 – заключительное заседание научно-практической конференции и семинара «Физика – космосу», подведение итогов, вручение дипломов.

Шестой визит на космодром Байконур. Вторая конференция «Физика – космосу»

30 октября – 4 ноября 2012 года

С 30 октября по 4 ноября 2012 года состоялся очередной визит студентов - физиков и молодых ученых на космодром Байконур, а также первая конференция - семинар "Физика - космосу".

В этом году в программе визита и конференции приняли участие 24 человека. Это меньше, чем в прошлом, но по насыщенности посещений и аудиторных занятий - эта программа стала самой выдающейся за всю нашу историю визитов! За 5 дней мы смогли посетить 12 технических комплексов космодрома, два музея, множество мемориальных и памятных мест, провести более 15-ти часов аудиторных занятий, принять участие в соревнованиях по ракетомоделированию и, наконец, увидеть два космических старта - днем РН «Союз» и ночью – РН «Протон». И это не считая экскурсий и самостоятельных прогулок по городу. Группа уходила из гостиницы в 8 утра и возвращалась только к полуночи…

Но, обо всем подробнее.

Состав участников: Вильянен Валентина (Сибирский государственный аэрокосмический университет, Красноярск), Горнаков Кирилл (СибГАУ, Красноярск), Ермолаева Юлия (МФТИ, Долгопрудный), Калашников Александр (Химки, Московская область), Калинин Константин (Институт оптики атмосферы СО РАН, Томск), Квашнина Альвира (УрФУ, Екатеринбург), Константинов Александр (УрФУ, Екатеринбург), Лукин Семен (СибГАУ, Красноярск), Пинаев Вадим (Институт теплофизики СО РАН, Новосибирск), Поздняков Андрей (ИСС, Железногорск), Рахманова Оксана (Институт промышленной экологии УрО РАН, Екатеринбург), Сметанина Евгения (Московский государственный университет, Москва), Старченко Александр (МФТИ, Долгопрудный), Титов Василий (ИПИ РАН, Москва), Чесноков Егор (СибГАУ, Красноярск), Чистякова Анастасия (УрФУ, Екатеринбург).

В заседаниях конференции также принимали участие студенты и преподаватели филиала МАИ «Восход», преподаватели и старшеклассники МКШ города Байконур, а также группа старшеклассников из Казахстана (г. Алма-Ата). Общая аудитория – до 60-ти человек.

Схема и краткое описание проезда: сбор всех участников, так же, как и в прошлом году прошел в г. Орске Оренбургской области. Далее переезд на микроавтобусах в г. Актобе. Из Актобе поездом до Тюратама. Обратно по той же схеме.

Байконур находится в юго-западной части Казахстана, в Кзыл-Ординской области, примерно в 300 км восточнее Аральского моря, 150 км северо-западнее Кзыл-Орды, примерно в 800 км южнее от Актобе, 950 км южнее Орска и 1900 км СТРОГО южнее Екатеринбурга (время одно и то же), на берегу реки Сырдарья.

В Орск из других городов можно приехать разными путями. Но самое главное, что туда ежедневно идет два прямых поезда из Москвы и Екатеринбурга. От Орска до Актюбинска всего 130 км, здесь же пересекается граница.

Именно эта совокупность условий, а также значительно меньшая цена, чем если преодолевать границу транзитом на поезде (дешевле в несколько раз) и определила данную схему проезда.

Во время пребывания в Актобе (около 5 часов) наша группа успела с удовольствием ощутить местный национальный колорит, погулять по городу и даже посетить местный краеведческий музей. Цены же в неплохих кафе на вокзале, в городе и в магазинах приятно удивляют. Здесь, на текущее время, однако, приходится менять рубли на тенге. Забегая вперед, заметим, что Байконур — территория России и в обороте только рубли.

В 7 вечера (по Актобе) мы отбыли на поезде местного формирования (Актобе – Алматы) из Актобе и прибыли на Тюратам уже в 8 утра. Поездка прошла без приключений, если не считать небольшой (но большой по местным меркам!) штраф за распитие пива в купе одного из участников группы. Но новизна ощущений, колорит пейзажей степи и пустыни за окном, верблюды и радостное ожидание встречи с Байконуром полностью поглощали весь возможный негатив и усталость.

30 октября.

Утром на платформе нас уже ждал представитель МКШ ***Евгений Прощалыгин,*** который позднее учил нас строить ракеты, и мы на автобусе отправились размещаться в гостиницу МКШ. Здесь же мы узнали, что у нас есть «вторая часть» группы в виде казахстанских школьников, которые в данный момент (!) уже на территории космодрома присутствуют на вывозе и установке ракетоносителя «Протон».

Поэтому с самого начала приезда, даже не успев разместиться, мы поехали на космодром вдогонку за остальными на площадку 31, где сразу же, без излишних «проволочек», попали в монтажно-испытательный корпус РН «Союз» и далее – на стартовый стол площадки! То, чего мы никак не могли добиться в прошлом году, сейчас стало вдруг легко доступным и приятно удивило всех нас!

Забегая вперед, надо сказать, что все последующие дни проводились в таком же сильном темпе, свободного времени практически ни у кого не было, и надо отдать должное всем участникам нашей группы, которые не просто стойко переносили все сложности, но всегда при этом сохраняли тонус. И где бы мы ни были, мы умудрялись «доставать» (в хорошем смысле слова) своими вопросами специалистов всех комплексов…

На 31-й площадке мы особенно подробно осмотрели и выслушали рассказ специалистов на двух объектах – монтажно-испытательном корпусе и стартовом комплексе.

Площадка № 31 — пусковая площадка на космодроме «Байконур», используемая для запусков полезной нагрузки с помощью ракет-носителей, созданных на базе первой советской межконтинентальной баллистической ракеты Р-7. Головной разработчик стартового комплекса - Федеральное государственное унитарное предприятие «Конструкторское бюро общего машиностроения» (КБОМ).

Особенности стартового комплекса РН Р-7

Стартовые сооружения со стартовой системой для РН Р-7 и «Союз» являются сложными в техническом отношении и оригинальными по своей конструкции. Это многоэтажное железобетонное здание, верхняя часть которого находится на уровне стартовой площадки, с широким проемом в

центре, который переходит в односкатный глубокий газоход. На «балконе-козырьке» стартового сооружения расположена уникальная по своему конструктивному решению стартовая система. На подвижной круговой части стартовой системы закреплены четыре ажурные откидывающиеся опорные фермы, на которые как бы «подвешивается» ракета-носитель. Шарнирное крепление опорных ферм позволяет сводить их до замыкания в верхней части в единое силовое кольцо, которое удерживается в замкнутом состоянии массой «висящей» ракеты.

С началом движения ракеты при старте нагрузка на силовое кольцо снимается и опорные фермы под действием собственных противовесов раскрываются, давая проход РН. Такая схема - подвеска ракеты за опорные части, расположенные около центра ее тяжести, - дала возможность отказаться от усиления торцевой части РН при соединении боковых и центрального ее блоков в «пакет». На поворотной части стартовой системы также шарнирно установлены две многоярусные фермы обслуживания с полукольцевыми площадками на различных уровнях. Сомкнувшись вокруг РН, площадки дают возможность специалистам проводить работы по всей высоте РН.

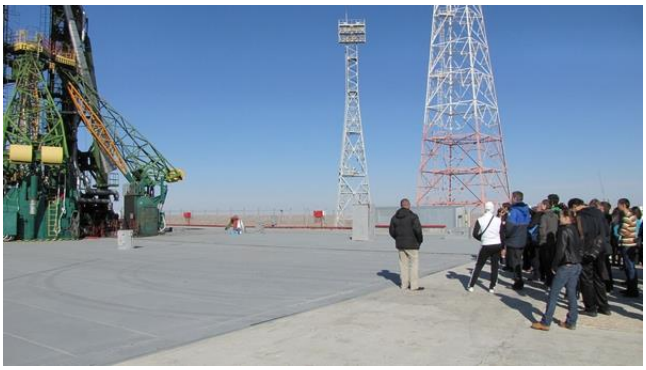
Фермы обслуживания оснащены лифтами для доставки рабочего персонала, космонавтов и различных технических средств и материалов. Перед пуском фермы разводятся и опускаются в горизонтальное положение. На опорном кольце расположены также кабель-мачты, которые служат для подвода и подключения к РН кабельных, наполнительных, дренажных пневматических и других коммуникаций, при старте они отсоединяются и откидываются под действием противовесов. В помещениях самого стартового сооружения расположены стационарные системы заправки компонентами топлива, термостатирования, дистанционного управления, обеспечения сжатыми газами, средствами пожарозащиты, газового контроля и т. д. В нише стартового сооружения установлена выдвигающаяся над газоходом кабина обслуживания с многоярусными площадками для обслуживания нижней части РН.

Краткая история

Впервые стартовая позиция № 6 площадки № 31 была использована 14 января 1961 года, для испытания МБР Р-7А (8К71). С площадки № 31 производились запуски космических аппаратов «Метеор», «Молния», «Прогноз», «Ресурс-0», «IRS», некоторых спутников серии «Космос». Пилотируемые запуски космических кораблей «Союз» с этой ПУ осуществлялись в 1970-е и начале 1980-х годов, а также с 2012 г.

К 2006 году была модернизирована для возможности проведения пусков Р-Н «Союз-2». В настоящее время используется для коммерческих запусков космических аппаратов ракетами «Союз-ФГ»/«Фрегат, «Союз-2»/«Фрегат». В 2009 году, после увеличения числа запусков к Международной Космической Станции в связи с увеличением экипажа МКС, часть запусков грузовых кораблей «Прогресс» ракетой «Союз-У» также перенесена на площадку № 31.

23 октября 2012 г. (в связи с реконструкцией «Гагаринского старта») вновь (впервые с 1984 г.) стала использоваться для запуска пилотируемых кораблей «Союз». Количество пусков на конец июля 2013 года – 206. Высота ферм – до 60 метров, диаметр стартового стола – около 20-ти метров…



В МИКЕ в данные момент находился и готовился к старту и стыковке с космическим аппаратом один ракетоносителей «Союз-У». Насколько мы успели понять в данном случае КА станет очередной грузовой корабль «Прогресс» на МКС. Мы подробно ознакомились с порядком и последовательностью работ в данном комплексе, параметрами носителя, множеством интересных технических моментов (подробнее смотрите в техническом описании объекта в данном отчете). Персонал, который у нас на глазах был занят данной работой, был на удивление совсем небольшой, все очень чисто. Даже как-то уютно. Фотографировать правда почему-то запретили (и даже кое-кого «поймали»), но зато по-моему почти все успели потрогать ракету, которая взлетит через несколько недель и ты при этом можешь сказать – да, я был рядом с ней! Что сказать, молодым физикам, впервые оказавшимся на космодроме, сразу с поезда – и вот оно! ... Это просто шок.

После МИКа мы сразу переместились на стартовый стол площадки, где у проходной нас ждал первый сюрприз – живой лисёнок, который с удовольствием позировал нам на фоне стартовых ферм комплекса! Погода была прохладной, всего около 10 градусов, но очень солнечной, что дало возможность всем нам пофотографировать все вокруг «вдоль и поперек». Не забывая при этом выслушать рассказ об истории и технических особенностях этого уникального старта.

Далее мы направились совсем в другой конец космодрома – стартовые комплексы РН «Протон». На стартовом комплексе площадки 200 мы были впервые вообще. До этого, начиная с самого первого визита, когда мы присутствовали при подготовке к пуску РН «Протон», мы были только на площадке 81. Данная же площадка известна прежде всего тем, что один из стартов сначала пытались адаптировать к перспективной ракете «Ангара», а потом отдали под совместный Российско – Казахстанский проект «Байтерек». Об этом свидетельствует и памятный камень, заложенный Назарбаевым и Путиным почти 5 лет назад. Но дальше этого камня и забора вокруг так дело и не сдвинулось, проект находится в стадии стагнации…

Площадка № 200 (Стартовый комплекс «Протон») — пусковая площадка на космодроме «Байконур» используемая для запусков полезной нагрузки с помощью ракет-носителей серии «Протон». Головной разработчик также – КБОМ имени Бармина. На «двухсотой» площадке расположено две пусковых установки: № 39 («левая») и № 40 («правая»). ПУ № 39 в настоящее время используется для запусков ракет-носителей «Протон-М», в том числе коммерческих пусков, проводимых совместным американо-российским предприятием ILS (англ. International Launch Services). ПУ № 40 сейчас не используется, так как планировалось переделать эту ПУ в стартовый комплекс для ракет типа «Ангара», и хотя проект «старта» «Ангары» был перебазирован на площадку № 250, пуски с «правой» ПУ возобновлены не были, так как технологическое оборудование этого стартового комплекса было демонтировано.

Технические особенности комплекса

В отличие от комплекса для ракет типа Р-7 («Союз»), здесь ракетоноситель «стоит сам»,

опираясь на нижние опоры стартового стола, диаметр которого шире ракеты всего на полметра (около 11 метров), а карьер для отвода газов полностью отсутствует – все газы выходят через два выходных отверстия (сбоку) и с большой силой выбрасываются наружу «вбок – вверх». На стартовом столе нет обслуживающих ферм как на «семёрке», вместо этого к ракетоносителю, после его вертикализации подъезжает на рельсах башня обслуживания шириной около 40 метров, высотой около 80 метров (!). Вся эта конструкция ездит по специальным рельсам, отъезжая перед стартом на расстояние около 150 метров. Все основные коммуникации подключаются к ракетоносителю снизу, из под опор, на которых он стоит. Они оснащены уникальной гидравлической системой, которая позволяет убирать все коммуникации в момент запуска в течении долей секунд (!) в специальные ниши стартового стола.

Краткая история

Первый запуск со старта 200/39 был произведен 20 февраля 1980 года, был запущен КА «Радуга-06», предназначенный для телевизионного вещания в восточных районах СССР. Количество запусков на конец июня 2013 года – более 136. Со стартового комплекса № 200/39 был в частности осуществлён запуск ряда межпланетных зондов: «Венера-14», «Венера-15», «Вега-1», «Фобос-1» и аварийный запуск КА «Марс-96». Этот же комплекс стал «стартом» для базового модуля орбитальной станции «Мир», и модулей «Квант-1», «Квант-2», «Кристалл». Первый запуск со старта 200/40 был произведен 23 июля 1977 года, КА «Радуга – 03». Что интересно – крайний пуск был с уникальным боевым КА «Алмаз-1» 31 марта 1991 года. Всего было 64 запуска. Здесь были произведены запуски также таких известных КА, как: «Венера-13», «Венера-16», «Вега-2», «Фобос-2». Отсюда же начали свою историю орбитальная станция «Салют-7» и астрофизическая обсерватория «Гранат».

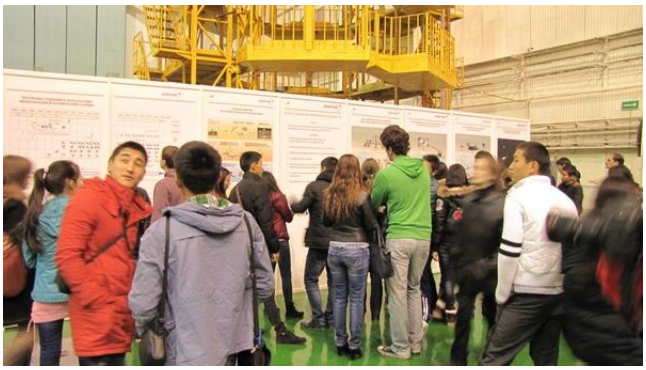
Здесь мы также обстоятельно ознакомились с технологией запуска, системами комплекса. Интересно, что поначалу представители «Хруничева» разговаривали с нами как то неохотно, сразу же запретили делать фото. Но спустя 20-30 минут после общения с нами «оттаяли», завязалась вполне конструктивная, дружественная и профессиональная беседа. Было видно, что им приятно с нами общаться и вот уже можно даже фотографировать…

После такого, супернасыщенного событиями и впечатлениями старта, а затем переезда в город и позднего обеда, было весьма нелегко начать нашу конференцию. Но тем не менее открытие состоялось, мы заслушали несколько докладов, посмотрели документальный фильм. Более того, напоследок мы еще успели сделать оригинальную вечернюю прогулку по городу с посещением городской набережной Сырдарьи и сероводородного источника. И только после почти к полуночи мы пришли в гостиницу, чтобы наконец-то разместиться и как-то привести себя в порядок. Как говорится — «вот это денёк»!

31 октября

И все же самым ярким и уникальным стал именно этот день. По сути, он был полностью «пронизан» темой истории космодрома Байконур, особенно по теме создания семейства ракет Р-7 («Союз»), ракетно-космической корпорации «Энергия» и — как венец всего увиденного – наблюдение за стартом РН «Союз».

Ранним утром мы снова уже были в автобусе и в этот раз приехали в расположение площадок РКК «Энергия», где впервые побывали в космическом испытательном центре (бывший МИК ОК «Буран»), в котором проходит предполетная подготовка пилотируемых кораблей «Союз», грузовых «Прогресс». Сейчас здесь, после того как был закрыт МИК-1 на площадке №2, космонавты также проводят последние тренировки перед полетом, непосредственно перед самим стартом надевают скафандры и именно отсюда уезжают на автобусе на старт. Именно поэтому этот комплекс имеет ряд уникальных внешних особенностей: внутри все оформлено на представительском уровне с залом для прессы и специальной комнатой с прозрачным стеклом для космонавтов. Снаружи – большая площадка с трибунами для того, чтобы гости, специалисты и пресса могли наблюдать отъезд космонавтов на старт и т. п. В самом же зале МИКа так же, как практически и в любом другом МИКе космодрома, но с повышенными мерами стерильности и более разнообразным освещением, наличием разнообразных ферм и приспособлений. Если не задуматься, что когда-то здесь готовился к полету «Буран», то не сразу можно осознать значимость этого места в истории мировой космонавтики. В конце посещения мы смогли побывать в пресс-центре, где перед полетом космонавты общаются за стеклом с родственниками и руководителями предполетной подготовки, а также на трибунах открытой площадки.



Здесь мы пробыли с подробной экскурсией в сопровождении ***Тарбазанова Сергея Николаевича*** более часа, после чего переместились в еще более грандиозное сооружение, находящееся по соседству – площадка 112, МИК «Энергия – Буран», ныне – просто МИК РН «Союз» РКК «Энергия».

Судьба этого комплекса уникальна и трагична, в нем монтировали самые мощные в мире ракетоносители: от Н-1 (первая лунная программа СССР) – до «Энергии». У обоих этих носителей так и не нашлось будущего в освоении космоса по разным причинам. 2002 год стал знаковым – после трагедии в одном из корпусов этот МИК был на некоторое время закрыт вообще, но затем заработал вновь, а после закрытия МИКа РН «Союз» на 2-й площадке, несколько корпусов были приспособлены для обслуживания РН «Союз». Однажды физики здесь уже были: во время самого первого визита в 2000 году мы одни из последних «гражданских лиц» увидели тот самый легендарный корабль «Буран», который находился в тот момент в «боевом положении», пристыкованный к корпусу РН «Энергия»!

Характеристики комплекса и краткая история

Стартовый комплекс МКС «Энергия-Буран» - это огромный наземный комплекс, занимающий площадь более 1000 гектаров. Он состоит из нескольких десятков сооружений, в которых размещены более 50 технологических и 200 технических систем.

В его составе находятся сооружения поистине грандиозных размеров. К ним относится монтажно-испытательный корпус ракеты-носителя «Энергия», где собирается и проходит весь цикл испытаний ракета-носитель. Он представляет собой самое большое здание космодрома, имеет пять пролетов, его длина 240 м, ширина 190 м и высота 47 м. В наиболее напряженные дни здесь одновременно работало до 2000 человек.

Строительство самого большого корпуса №1 112-ой площадки на Байконуре, в котором должны были идти сборка и испытания советской ракеты-гиганта Н-1, предназначенной для полётов на Луну, началось 21 марта 1963 года. В эксплуатацию строение было принято в 1967 году. После закрытия программы Н-1 была проведена реконструкция МИКа с целью создания технической позиции для РН «Энергия». Работы по переоборудованию были завершены в 1985-86 годах.

МИК для комплекса «Энергия-Буран» представлял собой промышленное многопролётное сооружение с металлическим каркасом, состоящее из двух частей. Высокая часть (пролеты 3, 4, 5) имела габаритные размеры 240x120x56 м, а низкая часть (пролеты 1, 2) габаритные размеры 240x70x30 м. Общая площадь составляет порядка 55 000 м^2. Корпус оснащался механическим и электронным оборудованием, необходимым для досборки, установки отдельных узлов, подклейки теплоизоляционных плиток, проверки всех систем орбитального корабля «Буран». В восьмидесятые годы в трёх сборочных секциях здания проводилась сборка всех трёх космических кораблей серии «Буран». При этом использовались три мостовых крана грузоподъемностью 200 тонн каждый.

Монтажно-испытательный корпус орбитального корабля «Буран» несколько меньше, он имеет длину 224 м, ширину 122 м и высоту 34 м. В его помещениях может вестись одновременно подготовка трех орбитальных кораблей.

Обрушение кровли в трёх пролётах монтажно-испытательного корпуса (МИК) на площадке №112 космодрома «Байконур» произошло 12 мая 2002 в 09:40 по местному времени. В результате обвала крыши погибли 8 строителей, находившихся там и производивших её ремонт, а также были полностью разрушены единственный летавший в космос космический корабль «Буран», отдельные блоки РН «Энергия» и его демонстрационный макет.

Расследование происшествия, которое проводила Правительственная комиссия, привело к выводу, что к обрушению привёл комплекс причин, основной из которых явилось превышение в 1,5 раза фактической нагрузки на кровлю МИКа в сравнении с принятым в проекте. Кроме того, в 1967 году при строительстве корпуса были допущены значительные отклонения от проекта, которые в сочетании с существенным снижением прочности бетона железобетонных плит кровли за период длительной эксплуатации МИКа привели к обрушению трёх из пяти пролётов корпуса.

С начала мая 2002 года казахстанская фирма–субподрядчик производила ремонт постоянно протекавшей кровли комплекса. В воскресенье, 12 мая бригада рабочих из 8 человек погрузила в общей сложности 10 тонн рубероида на крышу. Но рулоны складировались ими друг на друга. В результате этого вся нагрузка пришлась на одну, самую крайнюю стропильную ферму. Возник нерасчётный случай нагружения фермы, и в 09:40 по местному времени она не выдержала и подломилась. Падение фермы на один из баков ракеты-носителя "Энергия" вызвало воздушный "взрыв". (Баки не способны выдерживать нагрузку самостоятельно, транспортируются и хранятся под наддувом 0,2 атм.) Это вызвало катастрофические последствия. Вслед за первой крайней фермой упали и все остальные фермы, не связанные между собой, во всех трёх пролётах, вызвав общее обрушение кровли на площади 28 800 м². Со стен в разных местах упали от двух до шести верхних стенных блоков, образовав сверху рвано-зубчатый контур. Под завалами погибли все восемь рабочих.

Как установила правительственная комиссия, при строительстве МИКа в 60-х годах строителями были допущены значительные отклонения от проекта, который также сам по себе имел конструктивные недочёты проектировщиков. Так, вместо лёгкой минеральной вваты, большая часть крыши была покрыта тяжелым керамзитом, который хорошо впитывает влагу. Этот материал пропитался влагой, когда в начале мая шли проливные дожди с сильными грозами над космодромом, кроме того, при разборке крыши все её компоненты оставлялись на кровле, что также утяжелило её конструкцию.

Анализ также показал, что разрушение должно было ограничиться одной (максимум соседней) крайней фермой, на которую приходилась наибольшая нагрузка, кроме того, дальнейшему разрушению кровли должны были воспрепятствовать надколонники, к которым торцами крепились фермы. Однако этого не последовало. Внимательное изучение упавших перекрытий, оставшихся вертикальных колонн и уцелевших в одном месте надклолонников однозначно указало на ошибку проектировщиков, повлекшую обвальное обрушение всей кровли (всех стропильных ферм) вслед за обрушением первой (крайней) фермы.

Из этого можно было сделать вывод, что первая ферма упала из-за нарушения технологии работ, проводимых казахстанской фирмой, но вся крыша в трех гигантских пролётах корпуса упала из-за ошибки проектной организации…

Останки «Бурана» были распилены работниками космодрома на части и, далее, проданы как металлолом. В 2003 году специалистами ЦНИИПСК имени Н. П. Мельникова было проведено комплексное обследование с оценкой технического состояния строения и предложены конструктивные решения по усилению металлоконструкций третьего пролёта МИКа на 112-й площадке Байконура. Был разработан проект восстановления 3-го и 4-го пролётов МИКа…

Сейчас, 12 лет спустя, тот корпус после обрушения кровли и гибели Бурана по прежнему закрыт, но в соседних двух идет будничная работа. Во время нашего посещения мы увидели здесь в разобранном виде по меньшей мере «три набора» РН «Союз», каждый из которых ожидал свой сборки и дальнейшей стыковки с тем космическим аппаратом, который ему предстоит вынести на орбиту. Здесь к всеобщему восторгу нам разрешили фотографировать, а специалисты комплекса ответили почти на все наши вопросы. Эта была захватывающая экскурсия и знакомство не только с техникой и технологиями, но и людьми – от опытнейших мастеров до практикантов, только что приехавших с «большой земли» на работу на космодром. По сути, почти все специалисты здесь сейчас работают вахтовым методом, приезжая сюда на срок до полугода, но все еще есть и те (особенно ветераны), которые являются коренными жителями города Байконур. Сюда по-прежнему ходят мотовозы и по прежнему десятки и десятки (но не сотни, как это было ранее) людей каждое утро и каждый вечер ездят из города на работу на космодром и обратно. Каждый день. Тот городок, который был построен во время проекта «Энергия – Буран» (пл.113) сейчас в запустении и там никто не живет. То есть практически все специалисты РКК «Энергия» живут в городе…

К 11.30 мы вновь вернулись на 2-ю площадку, где традиционно посетили музей космодрома Байконур. В этот раз мы впервые за долгое время увидели здесь очень много людей –

через несколько часов с «Гагаринского старта» запуск и перед ним многие гости, как правило, идут в музей. Нашу группу поделили на две части и, тем не менее, мы в этот день не успели достаточно подробно осмотреть основную экспозицию. Но в домиках Гагарина и Королева многим удалось сфотографировать и потрогать некоторые предметы таким образом, которым обычно другим посетителям не разрешают и это было очень приятно и необычно. Кроме того впервые мы посмотрели видеофильм на борту прототипа корабля «Буран». Все как всегда хорошо организовано, но поскольку экскурсия прошла очень быстро, было принято решение посетить музей еще раз (кстати, и в прошлое посещение мы также посещали это музей дважды).

Спустя несколько часов, сразу из музея, мы быстро переехали поближе к старту – на вертолетную площадку близ ИП-1 (примерно 2,5 км от стартового комплекса), чтобы наблюдать одно из самых удивительных искусственных явлений на планете Земля – старт космического ракетоносителя «Союз»! Такого количества «наблюдателей» я не видел ни разу: на вертолетной площадке стояло 7-8 автобусов (машин здесь немного, потому что спецпропуска) и примерно около 200 человек. И это не считая тех, кто еще был в «официальной» VIP – зоне на специальных трибунах ИП-1 (кстати, оттуда мы также наблюдали старт дважды!) Ну и конечно примерно такое же количество фотоаппаратов, из них несколько десятков на штативах. И это хорошо, что даже большие фотоаппараты здесь перестали принимать за роскошь, или некий признак «скрытого профессионала» – такая техника теперь есть почти у каждого. Правда вот наш «профессионал» - Вася Титов, сплоховал: пока устанавливал и настраивал камеру, ракета уже полетела… А вообще, эта позиция далеко не самая лучшая. И хотя ракетоноситель стоит вроде бы недалеко, но он виден не весь, - вся нижняя часть первой ступени (морковки) почти не видна из-за рельефа местности. И, опять же, очень шумно и суетливо. Я помню свой самый первый старт, который мне кажется самым романтичным до сих пор: зимой, с ИП-1, недалеко от позиции телевизионщиков. Я просто стоял один, без фотоаппарата, продрогший, в шинели, в темноте и завороженно следил за происходящим… Собственно наверное для каждого, кто видит это впервые – это и есть самый главный, самый интересный старт и именно его и запоминают. Тем более, если он единственный в твоей жизни. И особенно всю ту гамму ощущений, которую передать невозможно. И – восторг. Поэтому я почти всегда стараюсь ухватить не только момент старта, но и посмотреть на реакцию тех, кто видит это впервые. И это потрясает не меньше, чем то, что уходит вверх, в космос!

Восторг, возгласы, крики, грохот, яркий свет - все смешивается в этот момент. А «Союз» спокойно уходит вверх и уносит очередной космический корабль на орбиту.

Но на этом программа визита на космодром в этот день не закончилась и нас ожидала поездка на самое грандиозное сооружение Байконура – стартовый комплекс ракетоносителя «Энергия». По пути туда мы также сделали краткую остановку у стартовых комплексов «Энергия-Буран», внешний вид которых, даже сейчас, издалека, создает ощущения пребывания на съемочной площадке какого-то космического фантастического фильма. Но это – не декорации. Весь этот колоссальный комплекс когда то работал и должен был работать долгие годы…

Циклопические и одновременно аккуратные в деталях, с небольшим налетом времени, сооружения заставляли инстинктивно притихнуть на несколько минут. Прошло столько времени с первого и последнего старта, но все еще держится краска и создается полное ощущение того, что вот сейчас здесь просто бы подмести, смахнуть пыль, навести порядок – и все – старт готов к работе! Уважение к создателям здесь не меньшее, если не большее, чем у египетских пирамид. Это действительно одно из самых грандиозных сооружений в истории освоения космоса. Здесь у нас не было специалиста от данного комплекса и о нем достаточно подробно рассказал сам директор МКШ ***Дмитрий Владимирович Шаталов***. В процессе экскурсии мы смогли пройти и потрогать своими руками стартовый стол – стенд, обслуживающие фермы. Но самым впечатляющим оказался спуск в газоотводный карьер – в самую низкую точку комплекса, откуда его вид был еще более впечатляющим!

В состав стартового комплекса «Энергия – Буран» входит универсальный комплекс «стенд-старт» (УКСС), который обеспечивал не только подготовку и проведение пуска ракеты-носителя, но и возможность проведения динамических и огневых испытаний (в настоящее время это при соответствующей подготовке действительно возможно!) и отработки технологии заправки ракеты-носителя «Энергия». Высота обслуживающих ферм – свыше 100 метров, высота директоров (молнеотводов) – 210 метров (!), ширина ферм, отъезжающих по рельсам, более 40 метров, диаметр стартового стола около 30 метров, глубина карьера для отвода газов – до 80 метров.

Количество стартов с УКСС – 1 (КА «Полюс», к сожалению так не смог выйти на расчетную орбиту, но сам носитель отработал успешно).

Все системы старта управлялись самой современной по тем временам вычислительной техникой из командного пункта. Высокая степень автоматизации процессов управления обеспечивала возможность обнаружения и устранения более 500 предусмотренных программой нештатных ситуаций.

После посещения УКСС мы вновь на некоторое время вернулись на площадку 2, где продолжили «отложенную» экскурсию. В этот раз мы уже спокойно прошлись о залам основных экспозиций, посидели в кабине корабля «Буран» и наконец-то смогли внимательно послушать весьма оригинальный рассказ и комментарии от экскурсовода ***Леонида Акпаровича Сапарова.***

…понятно, что после таких событий к вечеру мы все были немного опустошенные. Но после ужина, совсем поздно вечером, все молодые физики – от третьекурсника до кандидата наук, как группа из детского садика – до полуночи учились делать ракеты. Вообще эти занятия по ракетомоделированию не только удовольствие и азарт от предстоящих соревнований, но еще и отличный способ «утилизировать» адреналин, накопившийся за прошедший день.

1 ноября

В этот день с утра нам удалось все-таки посетить «Гагаринский старт»! Примечателен данный факт тем, что редко когда удается побывать на этой площадке на следующий день после старта (хотя у нас был эпизод, когда мы были там через несколько часов после запуска). Утро выдалось также солнечным, но с очень холодным, пронизывающим ветром. И точно так же, как и в первый день, нас встретили весьма прохладно, но в процессе общения, несмотря на то, что все уже совсем замерзли, разговор получился очень интересным. Самое главное, что участники осознали здесь, в каком историческом месте мирового масштаба они оказались! Первый искусственный спутник Земли, первый космонавт – начинали свой полет отсюда. Именно отсюда началась космическая эра человечества! Тем более непонятны были ограничения по фотографированию места, который видел весь мир. Возможно, это было связано с проведением регламентных работ после вчерашнего запуска (и это действительно редкость – побывать на комплексе во время работ), почти вся беседа проходила в небольшом и уютном сквере у монумента первому спутнику Земли. Кстати, для справки, прибор, который выдавал известные всему миру радиосигналы «бип-бип» был изготовлен в Екатеринбурге (Свердловске) на предприятии НПО «Автоматика» (здание НПО «Автоматики», расположенное в центре Екатеринбурге, в народе называют «Пентагоном»).

Площадка № 1 или «Гагаринский старт» — пусковая площадка на космодроме «Байконур», с которой 12 апреля 1961 года впервые в мире стартовал космический корабль «Восток» с пилотом-космонавтом Юрием Алексеевичем Гагариным на борту. 21 августа 1957 года с площадки осуществлён первый успешный пуск МБР Р-7. 4 октября 1957 года запуск первого ИСЗ. Площадка активно использовалась в СССР для пилотируемых и беспилотных миссий с помощью ракет-носителей семейства Р-7, созданных на базе первой советской межконтинентальной баллистической ракеты Р-7. Сейчас находится в управлении Роскосмоса, неся основную нагрузку по запуску пилотируемых кораблей «Союз» и беспилотных грузовых кораблей «Прогресс» к Международной Космической Станции. Количество запусков на конец июля 2013 года – 621. Это абсолютный рекорд среди всех стартовых комплексов мира.

После первой площадки, пока ехали на другое крыло космодрома, немного погрелись в автобусе. Но следующим местом посещения стала одно из самых современных, чистых и технологичных мест Байконура – монтажно-испытательный комплекс «Протон» (пл. 92). Здесь нас облачили в специальные халатики, шапочки и бахилы. Мы буквально «заглянули» в МИК на 10-15

минут, который в данном секторе был пустой. Конечно, было приятно постоять в идеально чистом месте и послушать краткий рассказ специалиста в течение 10 минут, но… Если уж так некогда было принимать нашу группу, то тогда зачем в таком непонятном «экспресс-режиме»? Нервов добавило и то обстоятельство, что некоторые школьники прямо во время посещения МИКа просто…играли со своими смартфонами, что, конечно же, вызвало раздражение принимающей стороны. Конечно, мы в итоге остались довольны, успели задать кучу вопросов, выразили свою благодарность, но хотелось бы, чтобы в будущем, если это возможно, наши встречи здесь были более обстоятельными.

МИК площадки – 92. Краткое техническое описание работ

Сборка и подготовка к запуску РН «Протон-М» проходят в монтажно-испытательных корпусах (МИК) 92-1 и 92А-50 на территории «площадки 92».

В настоящее время в основном используется МИК 92-А50, который был достроен и усовершенствован в 1997—1998 годах. Кроме того, в 2001 году была сдана в эксплуатацию единая оптоволоконная система дистанционного управления и контроля космических аппаратов (КА), которая позволяет заказчикам проводить подготовку КА на техническом и стартовом комплексах непосредственно из пультовой, размещенной в МИКе 92А-50. Сборка РН в МИК 92-А50 проходит в следующем порядке:

- блоки РН «Протон» доставляются в МИК 92-А50, где каждый блок проверяется автономно. После этого производится сборка ракеты-носителя. Сборка первой ступени выполняется в специальном стапеле «револьверного» типа, что существенно снижает трудозатраты и повышает надёжность сборки. Далее полностью собранный пакет из трёх ступеней подвергается комплексным испытаниям, после чего дается заключение о готовности его к стыковке с космической головной частью (КГЧ);

- контейнер с КА доставляется в зал 102 МИКа 92-А50, где проводятся работы по очистке его наружных поверхностей и подготовительные операции для разгрузки;
- далее КА извлекается из контейнера, подготавливается и заправляется компонентами топлива в чистовом зале 103А. Там же проводятся проверки КА, после чего он перевозится в соседний зал 101 для сборки с разгонным блоком;
- далее в чистовом зале 101 (технический комплекс сборки и проверки КГЧ) проводится стыковка КА с РБ «Бриз-М»;
- затем КГЧ перевозится в чистовой зал 111, где проводятся сборка и испытания ракеты космического назначения (РКН) «Протон-М»;
- через несколько дней после завершения электрических испытаний полностью собранная РКН вывозится из МИКа на топливно-заправочную станцию для заправки баков низкого давления разгонного блока «Бриз-М». Эта операция длится два дня;

По завершении заправки проводится заседание Государственной комиссии по итогам работ, выполненных на техническом и стартовом комплексах РН «Протон». Комиссия принимает решение о готовности РКН к установке на стартовой площадке, РКН устанавливается на стартовой площадке.

По своим масштабам данный комплекс является вторым после «Энергии – Бурана», но, в отличие от последнего, с самого начала создан и работает под действующий ракетоноситель «Протон».

После посещения МИКа «Протона» мы все-таки с интересом проехали по единственному жилому городку 95-й площадки, а после развернулись вблизи стартового комплекса 81 площадки, на которой готовился к запуску очередной «Протон» с КА «Ямал».

По пути к городу и последнему пункту посещений этого дня – ИП-5 мы все таки еще раз повернули в сторону затем, чтобы посмотреть разрушенную по договору о разоружении СНВ-2 ракетную шахту межконтинентальной ракеты SS-20 («Сатана») и посадочную полосу корабля «Буран», которая сейчас является полноценным аэродромом, принимающим самолеты любого размера и типа.

Последним пунктом программы визита в этот день вновь стало посещение центра дальней космической связи, который расположен на космодроме, но уже почти вблизи от города Байконур. Здесь, на горе Мургудук (Змеиная гора), нас снова изрядно продуло. Вновь встретили нашу знакомую собаку – сторожа. В отличие от прошлого года в этот раз мы никуда вовнутрь не попали, но, тем не менее, в течение часа выслушали почти настоящую лекцию о всех современных технических комплексах этого центра. Надо сказать, что в это время здесь велась работа по космическим программам и руководству комплекса было просто не до нас. Кроме того, наверное, повлияло и то обстоятельство, что с нами было больше количество школьников и, конечно – же, впускать такой контингент в небольшие по объему рабочие площади было нецелесообразно.

ИП-5 (ранее ИП-23) сформирован 25 января 1967 г. Место дислокации пл. 23 НИИП-5, гора Мургудук (Змеиная гора), 11 км севернее ж.д. станции Тюратам. Первоначальный штат – 224 человека, назначение – эксплуатация МКИС (Многофункциональная командно-измерительная станция) «Сатурн-МС». Далее ИП дооснащался другой различной аппаратурой и отделами: репортажного телевидения, отделение передачи телеметрической информации, в 1984 году «Квант-СП», станция МА-9МКТМ4 и другие отделения и станции. МКИС «Сатурн» (станция дальней космической связи) прошел «боевое крещение» 24 ноября 1970 г. по АМС «Луна-16». Именно отсюда в свое время велась связь с межпланетными советскими станциями «Венера» и «Марс». В настоящее время антенны дальней космической связи не действуют, да и при современном развитии техники подобного масштаба антенны уже не нужны. Однако сегодня на ИП-5 (или «пятерочке», или традиционно называемом «Сатурном») работает множество других радио и телеметрических систем космического назначения: «Квант», «Ромашка», «Сажень», «Жемчуг», «Связник» и другие…

В этот день мы впервые вернулись в город сразу после обеда. Поэтому с 16.00 началась программа конференции, которая продолжалась более 4 часов. Во время этого занятия мы в основном заслушивали не свои доклады, а выступления студентов филиала МАИ «Восход» и школьников из Казахстана. Презентационные выступления «авиаторов» были весьма неплохими и показательными, хотя мы были готовы к более глубоким, с точки зрения науки, докладам. Приятно также удивил один из докладов школьников по

математической тематике.

А после ужина у нас наконец-то состоялась подробная экскурсия – лекция по Международной космической школе. Точнее по тому большому количеству раритетных экспонатов космической и ракетной техники, которые выставлены здесь в просторных холлах и классах в большом количестве. По ним реально можно весьма подробно с технической точки зрения изучать историю ракетной и космической техники! Что мы и сделали в очередной раз с помощью нашего гида и лектора ***Вадима Анатольевича Кожеко.***

В завершении программы каждый из снова смог оказаться в кабине космического корабля «Алмаз», а потом попытаться доделать свои ракеты к будущим соревнованиям.

2 ноября

И снова утренний бросок на космодром. В этот раз – южное (правое) крыло, в расположение МИКа и стартового комплекса «Зенит». Сюда мы уже ездили в самый первый день. Прямо вглубь территории космодрома, после КПП около 15 км, затем автобус поворачивает направо. Далее еще примерно 20 км до 31 площадки, где мы уже были. По пути слева естественный рельеф в виде длинного холма закрывает от нас «Гагаринский старт», но на гребне холма видны антенны ИП-1. Затем также влево уходят несколько небольших дорог на целую систему бывших ракетных шахт. По одной из этих дорог, кстати, можно уехать к 110 площадке (к «Энергии»). Справа также идет железная дорога, а за ней комплекс бывших площадок ПВО.

…вот мы проехали мимо 31-й и уже через 5-6 км – комплекс площадок с нумерацией, начинающейся с цифры 40. Но что интересно – 40-й площадки не существует. Есть 41-я – с очень трагичной историей (об этом позже), 42, 43 (ранее были в одном комплексе с 41 площадкой, после трагедии в 1960 году законсервированы, а позднее переданы под программу «Зенит»), 45 – это комплексы «Зенита» (ракетоносителя, который собственно ранее представлял из себя всего лишь один из разгонных блоков РН «Энергия»), 44 - ИП-2, а площадки 46 и 47 (СК11П637) – некий проект, о котором нам ничего неизвестно. Вообще на этой территории много весьма загадочного и интересного.

Но основное конечно здесь – это МИК и стартовый комплекс ракетоносителя «Зенит» – самой элегантной, оригинальной и интеллектуальной ракете Байконура. В прошлом году мы просто потоптались рядом, но сейчас все произошло, даже по сравнению с прошлым днем, с точностью наоборот! Я даже не знаю – где еще так радушно нас встречали: рассказ о стартовом комплексе, несмотря на лютый мороз и ветер, продолжался более часа. При этом школьники из Алма-Аты, вероятно правильно поняв критику в свой адрес, в этот раз буквально

«прилипли» к ведущему – ***Миронову Ивану Викторовичу.*** Но вопросы, опять же, поступали от нас. Вообще, это самый лаконичный стартовый комплекс – здесь нет ни ферм, ни кабель-мачт. Весь процесс, начиная с вывоза ракетоносителя с МИКа и до самого старта, происходит автоматически.

Площадка № 45 — пусковая площадка на космодроме «Байконур», используемая для запусков полезной нагрузки с помощью ракет-носителей серии «Зенит», в том числе в рамках международной программы «Наземный старт» (Land Launch). Здесь расположены две пусковые установки: №1 («левая») и №2 («правая»).

Первый испытательный запуск РН «Зенит-2» с площадки № 45, состоявшийся 13 апреля 1985 года, закончился неудачей из-за отказа системы управления расходом топлива. Следующий старт 21 июня 1985 года имел частичный успех: из-за отклонений в работе рулевых двигателей второй ступени произошел взрыв в конце активного участка, однако груз был выведен на расчётную орбиту. Первый полностью успешный пуск был проведён 22 октября 1985 года. Пусковая установка № 45/2 была разрушена после неудачного старта РН «Зенит-2» 4 октября 1990 года.

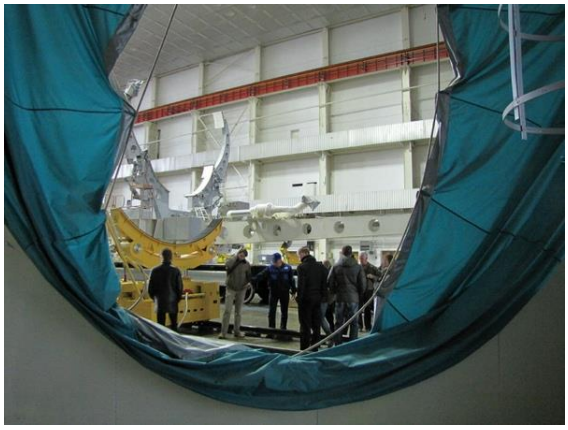
Данный стартовый комплекс радикально отличается от остальных на Байконуре (кроме РН «Циклон») тем, что вся подготовка к старту происходит автоматически, нет обслуживающих ферм и лишь одна стрела, поднимающая ракету в вертикальное положение, осуществляет (через ее коммуникации) заправку и электрические и телеметрические системы. Карьер для отвода газов имеет также небольшой размер. Также ранее здесь планировалось делать запуски пилотируемых кораблей «Заря», но позднее проект был закрыт. Однако своеобразным памятником ему остались специальные фермы для обслуживания, посадки и эвакуации экипажей (забавные сооружения с двухскатной крышей наверху, которые могут подъезжать к месту старта на рельсах).

С 2005 года была произведена модернизация по программе совместного предприятия «Наземный старт». Модернизация КРК «Зенит», проведенная в рамках Федеральной космической программы и реализации проекта «Наземный старт», была направлена на расширение возможностей использования комплекса, в том числе для обеспечения запусков космических аппаратов (КА) на геостационарные орбиты.

Сейчас комплекс «Зенит» позволяет выводить на опорную орбиту космические аппараты массой до 14 тонн, на круговую орбиту (Нкр=10000 км, i=51,4°) - массой до 5 тонн, на переходную к геостационарной орбите(Н=4100 35786км, i=23,2°) с недобором скорости 1500 м/с - массой до 3,6 тонн с разгонным блоком (РБ) «ДМ-SLБ» и массой до 4.0 тонны с разгонным блоком «Фрегат-СБ», а также на геостационарную орбиту - массой до 1,6 тонн с РБ «ДМ-SLБ» и массой до 1.9 тонны с РБ «Фрегат-СБ». Высокая степень автоматизации подготовительных и пусковых работ на стартовом комплексе обеспечивает высокую производительность, надежность и безопасность при минимальной численности персонала. Отсутствие элементов СК, подлежащих замене после пуска, позволило сократить до минимума послепусковые работы и время подготовки к пуску следующей РКН, а также снизить затраты на обслуживание СК в целом.

Первый пуск РКН «Зенит-3SLБ» с РБ «ДМ-SLБ» в рамках коммерческого проекта «Наземный старт» состоялся 28 апреля 2008 года. На заданную орбиту, близкую к геостационарной орбите, успешно выведен израильский телекоммуникационный КА «AMOS-3». Первый пуск РКН «Зенит-3SLБФ» с РБ «Фрегат-СБ» в рамках Федеральной космической программы России состоялся 20

января 2011 года. На геостационарную орбиту успешно выведен гидрометеорологический КА «Электро-Л» № 1. Общее количество запусков – около 100.



Затем в МИКе нас построили буквально в одну шеренгу и далее лекция о монтажно-испытательном комплексе началась с лозунга «Главное – это физика и еще здоровые ноги!» Абсолютно понятная и интересная экскурсия сопровождалась конкретными примерами об отдельных оригинальных устройствах – например почти миниатюрного тепловоза, который умудряется тащить один, в автоматическом режиме, ракету на старт, потом эта ракета сама встает в вертикальное положение, заправляется и взлетает. Так же, как и стартовый комплекс, МИК Зенита кажется очень простым, если не знать – какая сложность внутри самой ракеты, реальные параметры носителя и стоимость запуска. А они на данный момент такие, что эта умная ракета оказалась в довольно узком диапазоне груза, выносимого на орбиту, но при более высокой стоимости. Поэтому старты здесь сейчас довольно редкие – не более нескольких раз в год.

После МИКа мы возложили цветы к монументу академику Янгелю, который находится прямо перед входом в здание корпусов, а затем переехали в соседнюю, одну из самых известных сейчас площадок космодрома - №41. Но стала она известной относительно недавно…

…находится она совсем рядом, всего в километре от 42-й, но ощущение такое, как будто переносишься в далекие 60-е годы 20 века.

Площадка № 41 - пусковая площадка космодрома Байконур, которая создавалась для лётной отработки межконтинентальных баллистических ракет (МБР) на высококипящих компонентах топлива. Необходимость разработки таких ракет определялась низкими тактико-техническими и эксплуатационными характеристиками первой советской МБР Р-7 созданной в ОКБ-1 под руководством С.П. Королёва. 13 мая 1959 года специальным постановлением ЦК КПСС и СМ конструкторскому бюро «Южное» (Главный конструктор М. К. Янгель) поручили разработать межконтинентальную баллистическую ракету на высококипящих компонентах топлива, которая получила обозначение Р-16 и индекс - 8К64 . Вместе с 41 площадкой строились площадки № 42 — техническая и № 43 — для проживания обслуживающего военного персонала и представителей промышленности.

Во второй половине 1959 г. начались строительные работы по возведению сороковых площадок. Строительство пусковой площадки для МБР Р-16, состоящей из двух стартов, было поручено Е. И. Николаеву и Р. Н. Артьемьеву, технической площадки — М. Н. Малькову, а жилую начал строить старший прораб 130 УИР майор Н. Ф. Трубицин. Помощником у него был молодой офицер В. И. Рудик. Многотысячный коллектив военных строителей и гражданских субподрядных организаций, УНР Дурова Г. Д. день и ночь трудились с полной отдачей сил. На стартовой и технической площадках появились первые готовые помещения и сооружения. В них начали монтировать оборудование. В апреле 1960 года началось строительство автодорог. В мае месяце появились возможности переселить часть солдат в капитальные каменные казармы, были готовы общежития как для офицеров-строителей, так и заказчиков. Руководством стройки и полигона делалось все, чтобы облегчить жизнь большой массы

людей. В августе строительные работы на площадках 41, 42, 43 были завершены. А к 17 октября 1960 г. и работы по монтажу оборудования на объектах площадок № 41, 42 и 43 были закончены.

26 сентября 1960 года на космодром Байконур прибыла первая лётная ракета — изделие 8К64 № ЛД1-3Т. В сентябре 1960 года был утверждён состав Госкомиссии по проведению лётных испытаний МБР Р-16. Председателем комиссии был назначен заместитель министра обороны СССР Главком РВСН Главный маршал артиллерии и ракетных войск М. И. Неделин, техническим руководителем испытаний — Главный конструктор ОКБ-586 М. К. Янгель. До 20 октября проводились комплексные испытания всех систем ракеты в монтажно-испытательном комплексе, а утром 21 октября 1960 года ракета была вывезена из монтажно-испытательного комплекса и доставлена на 41 площадку. 21 и 22 октября были проведены предусмотренные предстартовой подготовкой пристыковка головной части, подъём и установка ракеты на пусковой стол, подключение коммуникаций и испытания всех систем. 23 октября ракета была заправлена компонентами топлива и сжатыми газами. Решением Госкомиссии старт ракеты был назначен на 19:00 23 октября. Но выявленные неисправности вынудили Госкомиссию перенести пуск ракеты на 24 октября. Первую половину дня 24 октября устраняли обнаруженные дефекты. Около 18:45 была объявлена 30-минутная готовность к пуску и начато выставление в ноль программного токораспределителя. Произошёл несанкционированный запуск двигателя второй ступени. Огненная струя разрушила баки окислителя и горючего первой ступени. Лавинообразное горение продолжалось около 20 секунд, после чего остатки агрегатов и сооружения догорали ещё два часа. В результате катастрофы площадка № 41 была полностью разрушена, погибло 78 человек и 42 человека было ранено…

Долгое время об этой трагедии никто почти ничего в стране не знал, информация была засекречена, почти все погибшие были похоронены в городе Байконур на проспекте Гагарина. Сейчас здесь находится мемориальный комплекс погибшим ракетчикам. Сюда приезжают почти все делегации, которые бывают на космодроме и возлагают цветы. Наша группа также совершила возложение цветов, а затем подробно осмотрела площадку. Здесь все еще сохранились подземные коммуникации, аппарель с электрощитками и остовом одной из машин в гараже. Здесь буквально чувствуется дыхание того времени!

После небольшой паузы мы развернулись и направились вновь в центр космодрома – на площадку №2, чтобы еще раз посетить это историческое место и особенно – МИК-1, который сейчас закрыт и находится «на консервации».

Вообще раньше (с конца 50-х до начала 90-х годов) это был целый жилой городок с населением в несколько тысяч человек: кроме МИК, МИК-КО были две большие казармы, две столовых, баня, штаб, клуб, несколько магазинов, две гостиницы, жилой городок из коттеджей, санчасть и даже бассейн! Автор этих строк здесь жил в эпоху «расцвета» этой площадки – в начале 80-х годов. Первое сокращение произошло после того, как отсюда ушли военные, но казармы были снесены только в 2004 году. Последний коллапс площадки

произошел после вывода монтажных работ ракетоносителей «Союз» из исторического МИКа на площадки 254 и 112. Сейчас здесь остались действующими: бывшее здание клуба воинской части – ныне музей космодрома, небольшая часть коттеджного поселка, включая домики Гагарина и Королева, три капитальных здания по основной «улице», где ранее были гостиницы и штаб, а также пожарная часть (МЧС) и сохранившееся здание легендарного магазина «Союз». Все еще в действии также железнодорожная станция. Все остальное либо, в буквальном смысле, «сровнено с землей», или на так называемой консервации.

Мы прошлись по бывшей территории МИКа, две очереди которого стоят непосредственно у станции. Перед входом на территорию на все еще видны нанесенные на асфальт квадратики, на месте которых ранее докладывали о готовности к полету экипажи космических кораблей, начиная с Юрия Гагарина и Германа Титова, всех «Востоков», «Восходов» и «Союзов» вплоть до 2003 года! И вот – все в запустении… Мы аккуратно заглянули в окна и через щель ворот, откуда раньше на старт вывозились ракетоносители, внутрь МИКа. Кажущийся порядок чередуется с полным хаосом. Напротив одного из окон мы заметили на стене кем то приклеенную на скотч аккуратную надпись внутри файла «Здесь, в этой комнате, переодевался Юрий Гагарин в скафандр», а внутри как будто все разнесено ураганом: ободранная штукатурка, валяющиеся разломанные стеллажи, какие то бумаги, бутылки, мусор… Ну неужели хотя бы это место нельзя было привести в порядок?... Та же железная дорога, по которой выезжал первый спутник, все первые пилотируемые корабли – разобрана на части… Почему? У нас были смешанные чувства. Но мнение у всех было однозначным – такое историческое место так бросать нельзя: его надо привести в порядок, возможно частично передав шефство над ним музею космодрома. Во всяком случае мы точно решили, что в следующую поездку, если это будет возможным, мы подкрасим «квадратики» и обновим надпись у комнаты. Этот объект должен остаться в истории в наглядном виде. Тем более, что и возраст у него не такой уж и большой, ведь до сих пор еще много его «одногодок» до сих пор работают!

Вечером состоялось очередное большое заседание конференции «Физика – космосу», затем вновь занятия по ракетомоделированию, где мы привели в состояние «боевой готовности» все свои модели. В том числе и я, кое-как, между делами, но все-таки успел подготовить две модели к запуску…

А после 23 вечера мы вновь отправились наблюдать за ночным стартом – РН «Протон» с космическими аппаратами «Ямал» и «Луч». Интерес был также и в том, что двое участников нашей группы из Красноярска, принимали небольшое косвенное участие в создании спутника «Ямал» (Валя Вильянен, Андрей Поздняков). Ночной старт, особенно «Протона», весьма своеобразен. А в этот день к тому же была и очень низкая облачность. Итак: вспышка, «Протон» пошел, свет вокруг, как будто построили стадион диаметром в 20 километров, резкость почти во всех фотоаппаратах исчезла, затем громкий хлопок, грохот, рокот – дошел

звук, всплеск эмоций. Да таких, что Вале, кажется, удалось-таки «перекричать» «Протон», потом еще 8-9 секунд и ракета ушла в облака, светлое и постепенно угасающее пятно и постепенно утихающий звук. Все! Ушел. Вот, если кратко, описание этого старта. А вокруг этого – бессонная ночь, согревающая гимнастика в степи и необыкновенные ощущения, которые потом останутся на всю жизнь. Вот только фото почти ни у кого не получилось. Даже у Васи.

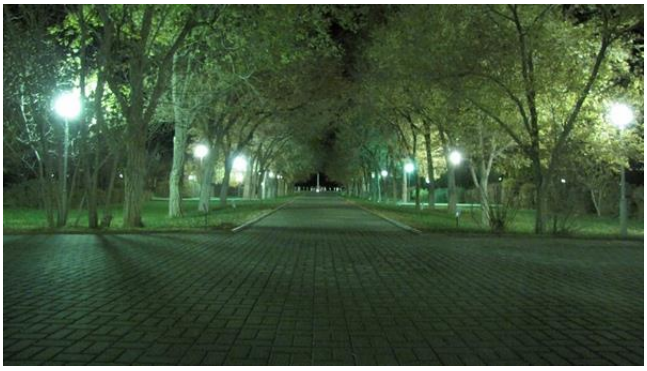
3 ноября

Этот день был полностью посвящен городу Байконур. После практически бессонной ночи, до 11 утра мы не без труда привели себя в порядок и вначале посетили филиал МАИ «Восход». Большой экскурсии в этот раз не получилось, но состоялась интересная беседа с директором Просочкиным Анатолием Сергеевичем. Небольшая прогулка по аудиториям, фото на память. Но, надо заметить, что в этом году «Восход» впервые принял гораздо более активное участие в конференции, представив три доклада от своих студентов (научный руководитель Суптеля В.А.).

Затем состоялась первая экскурсия по городу, по памятным местам и памятникам Байконура, которых здесь, благодаря стараниям горожан – очень много. Несмотря на то, что весь город с населением около 70 тысяч человек «укладывается» в квадрат размером примерно 7 на 8 километров, требуется не менее, чем полдня на автобусе, или целый день пешком, чтобы все успеть посмотреть! Ну а если иметь в виду еще «неформальные» памятные места города и его окраин, но потребуется не менее двух дней. В этот раз мы прошли к парку культуры и отдыха города, после чего надеялись посмотреть со стороны реки Сырдарья на знаменитую «Гагаринскую беседку», которая расположена в так называемом «нулевом квартале». Каково же было наше удивление, когда вместо нее мы увидели…глухой забор высотой до 3 метров! Кто и зачем это сделал – совершенно непонятно и на наш взгляд абсолютно несправедливо, поскольку, во-первых, это объект Всенародного достояния и должен быть доступен для всех. А во-вторых, этот страшный забор портит полностью весь вид не только снаружи, но особенно – изнутри!

А вечером нас ждало первое, весьма необычное, посещение гостиницы «Космонавт». Почти ровно десять дней назад здесь жил и готовился к старту очередной экипаж на МКС. И также, как и они, в том же зале, мы посмотрели фильм «Белое солнце пустыни».

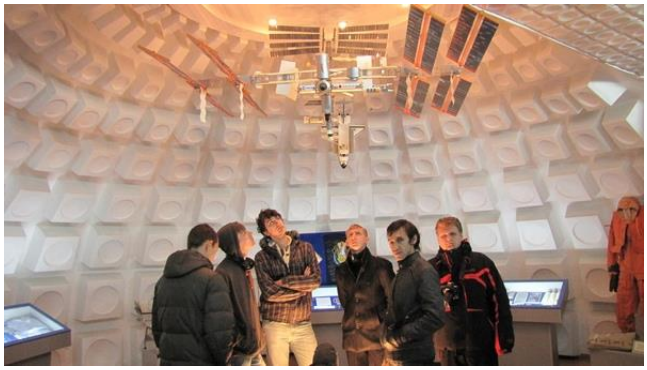
Я потом спросил почти у всех – а кто-то смотрел этот фильм раньше? Выяснилось, что половина группы этот фильм не видела, но всем им он очень понравился. Они даже были удивлены: «А что, раньше снимали такие фильмы? …Дожили». Здесь же, в зале и затем в холле гостиницы, мы сфотографировались на фоне эмблемы очередной экспедиции на МКС, а также немного прогулялись по ночной аллее космонавтов, которая ночью выглядит очень необычно!



4 ноября

В последний день на Байконуре все время мы посвятили истории города, провели последнее занятие конференции, а также соревнования по стартам моделей ракет. Поезд уезжал у нас поздно вечером, поэтому мы свободно могли планировать свое время в течение всего дня.

С утра мы еще раз посетили гостиницу «Космонавт» - аллею космонавтов. Это одно из самых трогательных памятных мест города. С момента начала эры космонавтики и по сегодняшний день каждый космонавт, впервые летевший в космос из Байконура, сажает здесь свое дерево. Сейчас здесь не просто аллея, а целый парк из более, чем 200 деревьев. Центральную аллею, с самыми взрослыми и солидными деревьями от первого отряда космонавтов, идущую от большой круглой клумбы, сейчас дополняет вторая аллея, перпендикулярно первой и длиннее ее в три раза! Более того, как нам удалось узнать, сейчас готовится к посадке третья аллея – наискосок от той же клумбы, слева от дерева Юрия Гагарина – к Сырдарье.



Затем была весьма долгая и обстоятельная экскурсия в музей строительства города и космодрома Байконур, на территории городского Дворца культуры. Обычно мы посещаем данный музей в самом начале, но в этот раз в самом конце программы. Тем было интереснее – своеобразное закрепление «пройденного материала». Многие уже даже позволяли себе комментировать слова нашего экскурсовода – ***Чернову Галину Николаевну.*** Особое внимание в этом музее как всегда привлекают необычные панно на тему космодрома и космоса (мозаика в холле, витражи, гипсовое панно на основной экспозиции) и конечно отличные модели станций «Мир», МКС, «Бурана» и некоторых ракетоносителей. Для меня же самым интересным и трогательным местом является зал, где представлена история военного строительства, особенно в части истории создании систем измерительного комплекса (ИПов). К сожалению в этот раз в музее не нашлось подходящего количества набора атрибутики (особенно магнитиков, карт), поэтому сразу после музея, во время автобусной экскурсии по городу, мы бросились искать сувениры в магазин на «Арбате» и городском рынке.

В завершение городской программы мы еще раз проехались по всем основным памятникам города, где как всегда особенной популярностью пользовались четыре монумента: ракетоносителю «Союз» на проспекте Королева, памятнику Гагарину у администрации города, ракете SS-17 и, как это ни странно - паровозу «Космотранс». Возможность полазить по последним двум объектам, как всегда была воспринята позитивно, особенно запомнились творческие композиции на вершине ракеты 15А15 в исполнении Александра Старченко из МФТИ. Здесь же мы посетили конечную станцию мотовозов «Городская». Кроме того мы успели посетить на короткое время городской праздник детского творчества на стадионе.

Ближе к вечеру наконец состоялся финал соревнований по стартом моделей ракет. Собственно соревновались мы сами с собой, но это было захватывающе! В отличие от прошлого года, когда у нас была всего одна модель, теперь было две «номинации»: с парашютом и с лентой. Ракетная баталия вперемешку с фотосессией продолжалась более трех часов. В небо друг за другом взлетали модели с самыми необычными названиями: «Тысячелетний Сокол», «Звезда Смерти», «Японамамас» и даже «Ёжик». В этот раз даже я, несмотря на дефицит времени, успел сделать две модели. Ничего особенного не добился, кроме оригинального крушения своего ракетоносителя – как только он ушел со «стартового стола», он тут же загорелся и упал, аккуратно облетев голову инструктора.

Но некоторые из наших моделей достигли очень неплохих результатов, даже в сравнении с опытными моделистами! Победителями соревнований стали: **по моделям с парашютом - *Альвира Квашина (Екатеринбург)*, по моделям с лентой – *Кирилл Горнаков (Красноярск).***

В завершение программы и последнего нашего дня на Байконуре во дворе школы состоялась торжественная линейка совместно со школьниками из Алма-Аты, на которой и нам и школьникам вручили дипломы (а победителям и памятные подарки!) за участие в программе визита и конференции «Физика – космосу». Мы впервые участвовали в таком мероприятии, слушали приятные и торжественные речи от директора школы, руководителей групп, инструкторов, которым выразили огромную благодарность за проведенную работу и радушный прием. Я уверен, что все наши участники визита на Байконур нашли достойное место этим небольшим, но очень дорогим дипломам в рамочках, которые будут теперь с ними всю жизнь. Как и их модели ракет, которые однажды стартовали на Байконуре!

До встречи, Байконур!

Научная программа конференции – семинара «Физика – космосу»
30 октября – 4 ноября 2012, г. Байконур

Вся научная программа конференции прошла в течение четырех занятий по три – четыре часа каждое, в вечернее время. Доклады студентов и аспирантов-физиков чередовались с докладами и презентациями студентов филиала «Восход» МАИ, старшеклассников МКШ и школьников из Казахстана (по общей тематике). Всего было заслушано более 20 докладов длительностью от 20 до 30 минут каждый.

Также в аудиторную программу конференции вошли: отдельное заседание в виде просмотра научно-популярных фильмов о космонавтике и космодроме Байконур и лекция – экскурсия по Международной космической школе об истории ракетно-космических технологий в России.

Разумеется, логичным дополнением программы и основной ее особенностью, стали визиты непосредственно на производственные площадки космодрома, знакомство с настоящей космической техникой и технологиями, о которых нам рассказывали специалисты данных подразделений. Отдельно следует также отметить экскурсию в музей космодрома Байконур, которая, по своей сути, является отдельным занятием по исторической тематике длительностью до 3 часов. Подробнее об этом смотрите в разделе «О визите на космодром Байконур» в данном издании.

Тематика докладов была представлена из нескольких направлений: от сугубо теоретических (астрофизика, физика космоса, космология), до конкретных, технических разработок в космической технике (модели и устройства для космических аппаратов, систем их управления). Кроме того были представлены серьезные доклады по отдельным исследованиям в области физики, которые могут быть использованы в будущем на космос, а также теоретические экскурсы – доклады о будущем в освоении космоса.

Список докладов

1. Арапов Александр Григорьевич, АСФ России, Екатеринбург
   О программе визитов студентов-физиков в научно-технические центры России

2. Вильянен Валентина Валентиновна, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 4 курс, Красноярск
   Разработка аналитической модели перспективной гибкой трансформируемой конструкции рефлектора антенны космического аппарата

3. Горнаков Кирилл Олегович, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 2 курс, Красноярск
   Методы поиска экзопланет

4. Ермолаева Юлия Олеговна, МФТИ (ГУ), ГНЦ ФГУП "Исследовательский центр имени М.В. Келдыша", 5 курс, Москва
   Исследование распределения температуры излучающей пластины с целью оптимизации массогабаритных характеристик холодильников-излучателей космических аппаратов

5. Калинин Константин Владимирович, Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, м.н.с.
Расчёт уровней энергии атмосферных газов с помощью теории возмущений

6. Квашнина Альвира Васильевна, Константинов Александр Олегович, Уральский федеральный университет, кафедра астрономии и геодезии, 2 курс, Екатеринбург
Научная деятельность кафедры астрономии и геодезии УрФУ

7. Кетебаев Арман, Сыздыков Шалкар, филиал «Восход» МАИ, Байконур
Физика полетов на Марс (тезисы доклада отсутствуют)

8. Лукин Семён Артемович, Сибирский государственный университет имени Решетнева, 4 курс, Красноярск
Методика решения задач для геометрически нелинейного случая больших изгибов тонких стержней, разработанная в научной группе Ю. В. Захарова

9. Маштакова Алима, филиал «Восход» МАИ, Байконур
Влияние вакуума на человеческий организм (тезисы отсутствуют)

10. Пинаев Вадим Александрович, Институт теплофизики СО РАН, Новосибирск
Исследование излучения непрерывного спектра тлеющего разряда в гелии

11. Поздняков Андрей Сергеевич, ОАО "Информационные спутниковые системы", ведущий технолог, Железногорск
Применение технологической силовой трубы для обеспечения точности стыковочных интерфейсов при интеграции КА

12. Рахманова Оксана Рашитовна, Институт промышленной экологии УрО РАН, Екатеринбург
Изучение оптических свойств наночастиц (SiO2)n, (GaAs)m и (SiO2)n(GaAs)m в компьютерном эксперименте

13. Сметанина Евгения Олеговна, МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, кафедра общей физики и волновых процессов, аспирант 2 года обучения, Москва
Филаментация мощного фемтосекундного излучения в прозрачных диэлектриках

14. Соколов Вячеслав, филиал «Восход» МАИ, Байконур
Ядерный ракетный двигатель (тезисы доклада отсутствуют)

15. Старченко Александр Евгеньевич, МФТИ, РКК "Энергия" им. С. П. Королёва, 6 курс
Управление космическим аппаратом, снижающее дозу радиации, полученную им на орбите

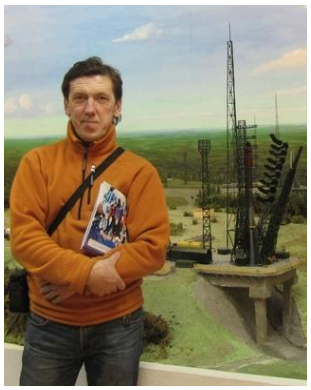
16. Титов Василий Юрьевич, Институт проблем информатики РАН, Москва
Виртуальные обсерватории - новые методы физики космоса

17. Чесноков Егор Яковлевич, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск
Квазары

18. Чистякова Анастасия Павловна, Уральский федеральный университет, кафедра астрономии и геодезии, 3 курс, Екатеринбург
Астрофизические исследования в Коуровской астрономической обсерватории

Визиты АСФ России в научно-технические центры России

Арапов Александр Григорьевич
Ассоциация студентов-физиков и молодых ученых России (АСФ России)
arapov@asf.ur.ru



Одно из самых интересных направлений деятельности ассоциации студентов-физиков России - программа визитов в крупнейшие научно-технические центры России. Эта программа появилась почти сразу же после возникновения АСФ России и впервые была проведена во время первой Всероссийской научной конференции студентов-физиков (ВНКСФ-1) в 1992 году. Первым объектом посещения тогда стала Белоярская АЭС (город Заречный под Екатеринбургом).

Уже тогда мы увидели огромный и неподдельный интерес участников визита как со стороны наших студентов и аспирантов, от количества желающих которых пришлось организовать несколько групп, - так и со стороны принимающей стороны, которая увидела в нас не просто «продвинутых туристов», а настоящих молодых коллег, задающих много серьезных и вполне профессиональных вопросов. А главное – проявляя при этом настоящий, живой интерес к данной тематике и к людям, персоналу, который там работает.

Уже много позднее, когда было проведено множество подобных программ по разным объектам, мы заметили, что уровень общения и интереса почти никак не зависел от рода деятельности посещаемых центров. И это лишнее доказательство того, что физики, а тем более молодые физики – действительно очень любопытные люди, способные воспринимать и понимать почти любую информацию и пытающиеся понять суть происходящего…

АСФ России придаёт этой программе большое значение, так как она позволяет ее участникам осознать роль физики, физических и физико-технических исследований - в современных достижениях Российских технологий, стимулировать профессиональный рост студентов-физиков и придать более четкую ориентацию для своей будущей карьеры.

За 20 лет в рамках данной программы, только во время проведения конференций ВНКСФ, было организовано множество интереснейших экскурсий - визитов в научно-технические и образовательные центры России в: Екатеринбурге, Заречном, Снежинске, Томске, Красноярске, Железногорске, Санкт-Петербурге, Москве, Новосибирске, Кемерово, Ростове-на-Дону, Уфе, Волгограде…

С 2005 года АСФ России стала проводить Летние Межрегиональные школы физиков, (ЛМШФ), в программу которых также входит посещение ведущих физических и научных, научно-образовательных центров Российской Федерации. За 8 лет благодаря ЛМШФ программы визитов поднялись на новый уровень. **Дальний Восток:** Дальневосточный научный центр во Владивостоке и Хабаровске, Уссурийская астрономическая обсерватория. **Сибирь:** научные центры Улан-Удэ, Иркутска, солнечный телескоп и глубоководный нейтринный телескоп на озере Байкал, Красноярский научный центр, предприятие «Информационные спутниковые системы» в Железногорске, Томский научный центр, Томский университет, Кемеровский университет, Новосибирский университет и академгородок с множеством институтов. **Урал:** институты Уральского отделения РАН и университеты в Екатеринбурге, Ижевске, Уфе, Перми. **На севере России:** Поморский университет в Архангельске, Холмогоры - родина М.В. Ломоносова, Северодвинск - предприятие СевМАШ, «Звездочка», научный центр в Карелии, Пулковская обсерватория, Санкт-Петербургский университет, Новгородский университет. **В Поволжье:** Дубна – Объединенный институт ядерных исследований, Нижегородский технический университет, Институт прикладной физики, Институт физики микроструктур, Казанский университет. **На юге России:** Волгоградский университет, Ростовский университет, музей Шолохова в станице Вешенская, центр космического тренажеростроения в г. Новочеркасске, Новороссийский технический университет. **На Северном Кавказе** крупнейшие астрофизические центры мира – БТА, РАТАН-600, Всероссийский детский центр «Орленок».

В последние три школы был привнесен новый элемент - экскурсии на крупные промышленные предприятия, выпускающие в том числе наукоёмкую продукцию, в частности: Уфимское моторостроительное объединение УМПО, угольный разрез «Кедровский» (Кемерово) и Новокузнецкий металлургический комбинат, Волго-Донской канал, предприятие «Роствертол», Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ), Саяно-Шушенская ГЭС и другие.

По нашей оценке за все время существования программ визитов в них приняло участие более двух тысяч студентов – физиков и молодых ученых России!

Один из главных результатов этой программы - более высокая активность студентов и молодых ученых – физиков России в контактах между собой и посещаемыми центрами, что, в конечном счете, приводит к

активизации информационного обмена, весьма конкретным результатам в их личной карьере и, в какой то мере, приносит пользу самим научным и техническим центрам.

Кроме того, во время проведения этих программ, в сочетании с мобильным, научно-познавательным туризмом и активным отдыхом со своими коллегами из разных регионов, достигается более четкое понимание своей будущей профессиональной деятельности, в реальном знакомстве и осознании масштабов научно-технического потенциала России.

По итогам данных визитов и программ составляются отчеты, выпускаются печатные иллюстрированные материалы, фотогалереи, видеофильмы, которые распространяются по физическому сообществу России, в том числе через интернет, демонстрируются в музее АСФ во время проведения конференций ВНКСФ.

Одним из самых больших достижений данной программы стала организация поездок студентов-физиков и молодых ученых на космодром Байконур.

Разработка аналитической модели перспективной гибкой трансформируемой конструкции рефлектора антенны космического аппарата

Вильянен Валентина Валентиновна
Никулин Александр Константинович
ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева
Захаров Юрий Владимирович, д.ф.-м.н.
Vilyanen_valya@mail.ru

Одной из задач механики твердого тела является отыскание форм изгиба стержневых конструкций при различных условиях и различных нагрузках. Такие задачи являются одной из основ для определения устойчивых состояний конструкций.

Задачи на отыскание форм изгиба находят многие приложения в технике. В работе [1] проведенный анализ позволяет численными методами определить формы упругих полос, которые составляют обод антенны. Полученные в этой работе уравнения позволяют оценить потенциальную энергию изогнутой полосы и впоследствии посчитать полную запасенную энергию, требуемую для разворачивающейся антенны. Авторы [1] использовали численное моделирование для развития новой модели развертывания обода большой космической антенны. Основной элемент предлагаемого обода антенны – изогнутая композитная полоса (рис. 1).

Рис. 1. Изогнутая композитная полоса

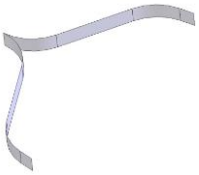


Рис. 2. Упругий элемент антенны

Развернутый обод антенны состоит из двух кругов, изготовленных из углепластиковых изогнутых лент и углепластиковых труб, связывающих их (рис. 3).

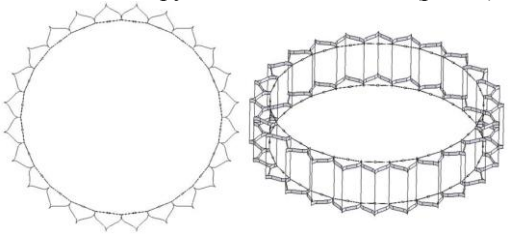


Рис. 3. Развернутый обод антенны

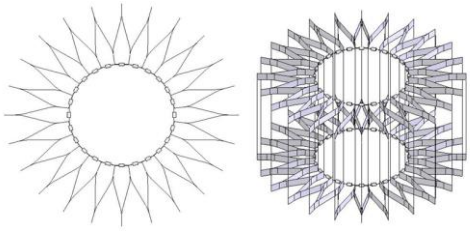


Рис. 4. Свернутый обод антенны

Гибкие кабели проходят через полосы на внутренней окружности и затянуты до размещения антенны внутри космического транспорта. В сложенном положении упругие полосы выпрямлены, и энергия

зарезервирована из-за структурных деформаций. Полностью сложенная антенна обрамлена узкими и полыми цилиндрами, в которых развертываемые полосы соединены друг с другом (рис. 4).

Открытие на орбите приходится на высвобождение запасенной энергии. Размотка кабеля позволяет упругим элементам антенны перемещаться по радиусу из соответствующего транспортному режиму на внешний радиус, соответствующий рабочему режиму.

Для нахождения формы упругих полос, составляющих основные упругие элементы обода антенны, решим задачу об изгибе нерастяжимого стержня в соответствии с поставленными граничными условиями. Будем искать формы для разного количества упругих элементов n = 8, 12, 18, 24, 32 и учтем, что наша модель накладывает ограничение по радиусу: $\pi r < n$. Безразмерная длина t меняется от 0 до 1. Из соображений симметрии угол направления силы реакции опоры $\varphi_0 = \theta_1$. Накладываем граничные условия к уравнению нелинейного маятника: $\theta(0) = 0$; $\theta(1) = \theta_1$. Так же необходимо соблюсти геометрическое соотношение $(r + x_1)\sin\theta_1 + y_1\cos\theta_1 = 0$, следующие из постановки задачи (рис. 5)

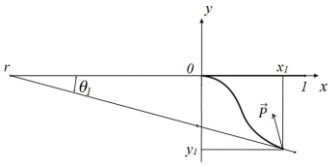


Рис. 5. Постановка задачи

Для построения форм упругих полос при раскрытии обода антенны необходимо найти θ(t) и {x(t), y(t)}, а также модуль эллиптического интеграла k. В основе расчета элемента антенны лежит задача об изгибе стержня, так как задача об изгибе двумерная и при введенных граничных условиях полоса или прямоугольная пластина в сечении ведет себя как стержень, и описывается аналогичными уравнениями. Решение уравнения нелинейного маятника хорошо известно:

$$\gamma(t) = 2\ \arcsin\left[k\ sn\left(qt + F_1, k\right)\right], \tag{1}$$

здесь функции sn и cn – эллиптические синус и косинус Якоби. Модуль эллиптических функций k и параметр F_1 играют роль констант интегрирования, и их связь с силой P и углом φ_0 определяется из граничных условий для каждого конкретного случая изгиба стержня.

Применив граничные условия и используя общее решение уравнения нелинейного маятника, получим

$$F_1 = F\left[\arcsin\left(\frac{\sin(\phi_0/2)}{k}\right), k\right], \tag{2}$$

$$q = 2K - F_2 - F_1, \tag{3}$$

где $K(k)$ и $F(\varphi, k)$ – соответственно полный и неполный эллиптические интегралы первого рода.

Уравнение на нагрузку q

$$\begin{aligned}&\sin\theta_1\left[r + \left(-1 + \frac{2}{q}\left[E_2 - E_1\right]\cos\phi_0 + \frac{2k}{q}\left[cnF_1 - cn\left(q + F_1\right)\right]\sin\phi_0\right)\right] + \\ &+ \cos\theta_1\frac{2k}{q}\left[\left(cnF_1 - cn\left(q + F_1\right)\right)\cos\phi_0 - \left(-1 + \frac{2}{q}\left[E_2 - E_1\right]\right)\sin\phi_0\right] = 0,\end{aligned} \tag{4}$$

где $E_1 = E\left(\arcsin\left(\frac{\sin\phi_0/2}{k}\right)\right)$, $E_2 = E\left(\arcsin\left(\frac{\sin\left(\frac{\theta_1 + \phi_0}{2}\right)}{k}\right)\right)$.

Решая уравнение на нагрузку q с использованием программы Maple, получили спектр значений k при разных значениях n и r.

Построили формы изгиба гибкой трансформируемой конструкции (рис. 1) при различном значении модуля эллиптического интеграла k, который связан с нагрузкой q, а также для различных значений количества упругих элементов n и радиуса r. На рисунке 6 наглядно представлен процесс трансформации обода антенны из транспортного в рабочее положение при изменении формы изгиба базового упругого элемента.

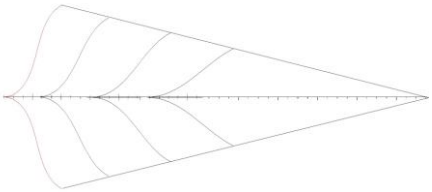


Рис. 6. Изгиб упругого элемента во время трансформации обода антенны

Проведен первый этап разработки аналитической модели перспективной гибкой трансформируемой конструкции рефлектора антенны космического аппарата, посвященный построению форм изгиба базового упругого элемента антенны.

В результате моделирования по методике, разработанной группой Захарова Ю.В. [2-4], выведено уравнение на нагрузку, из которого получены значения модуля эллиптического интеграла k при разных значениях количества упругих элементов n и значений радиуса обода антенны r, учитывая наложенные условия нерастяжимости стержня и геометрическую нелинейность рассматриваемой модели.

Полученные формы изгиба базового элемента конструкции согласуются с результатами, полученными в [1]. Разработка аналитической модели гибкой трансформируемой конструкции рефлектора антенны космического аппарата позволит внести вклад в решение актуальных проблем, существующих на сегодняшний день в космической технике.

Список публикаций:

1.Lopatin, A.V. "Design of large space antenna composite rim" / A.V. Lopatin, M.A. Rutkovskaya // Composite Structures, Vol. 76, 2006, pp. 99-105.

2.Захаров, Ю.В. Нелинейный изгиб тонких упругих стержней / Ю.В. Захаров, К.Г. Охоткин // ПМТФ. 2002. Т. 43, №5. С. 122-131.

3.Захаров, Ю.В. Изгиб стержней под действием следящей нагрузки / Ю.В. Захаров, К.Г. Охоткин, А.Д. Скоробогатов // ПМТФ, 2004. – Т.45, №5. – С.167-175.

4. *Захаров, Ю.В. Динамическая потеря устойчивости в нелинейной задачи о консоли / Ю.В. Захаров, А.А. Захаренко // Вычислительные технологии 1999. Т. 4, №1. С. 48-54.*

Методы поиска экзопланет

Горнаков Кирилл Олегович

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика Решетнева

Веселков Сергей Александрович

kiraxy@mail.ru

Изучение экзопланет, в наши дни, становится все более актуальной темой для ученых. Последовательное открытие новых планет, их дальнейшая классификация позволяют рассмотреть существующие теории с новой точки зрения, дают толчок к новым открытиям, и способствуют исполнению одного из главных желаний человечества - поиску нового дома.

С каждым годом совершенствуются известные нам, и придумываются новые методы выявления экзопланет. Так как возможность поиска экзопланет появилась сравнительно недавно, конкретная классификация используемых методов сложиться, еще не успела. В работе изучались шесть самых распространенных методов, которые отчасти уже доказали свою состоятельность:

Метод Доплера — спектрометрическое измерение радиальной скорости звезды. Это самый распространённый метод. С его помощью можно обнаружить планеты с массой не меньше нескольких масс Земли, расположенные в непосредственной близости от звезды, и планеты-гиганты с периодами до примерно 10 лет. Планета, обращаясь вокруг звезды, как бы раскачивает её, и мы можем наблюдать доплеровское смещение спектра звезды. На ноябрь 2011 года этим методом зарегистрировано 647 планет.

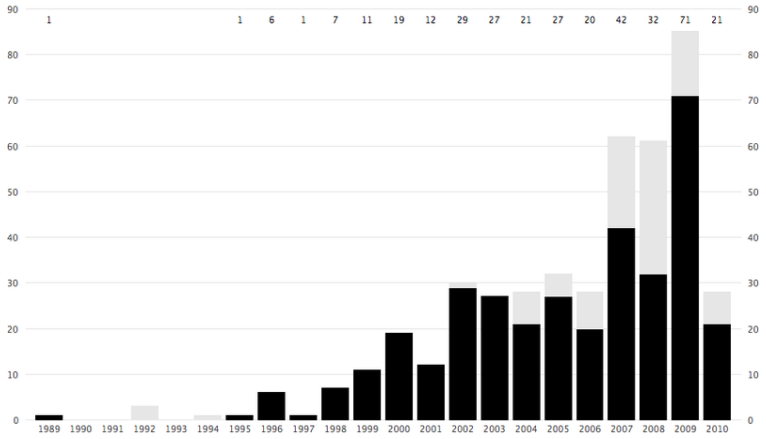


рис.1. Количество найденных экзопланет с помощью метода Доплера.

Транзитный метод связан с прохождением планеты на фоне звезды. В этот момент светимость звезды уменьшается. Метод позволяет определить размеры планеты, а в сочетании с методом Доплера — плотность планет. Дает информацию о наличии и составе атмосферы. Следует понимать, что этим методом можно обнаружить лишь те планеты, орбита которых лежит в одной плоскости с точкой наблюдения.

На ноябрь 2011 года обнаружено 185 планет.

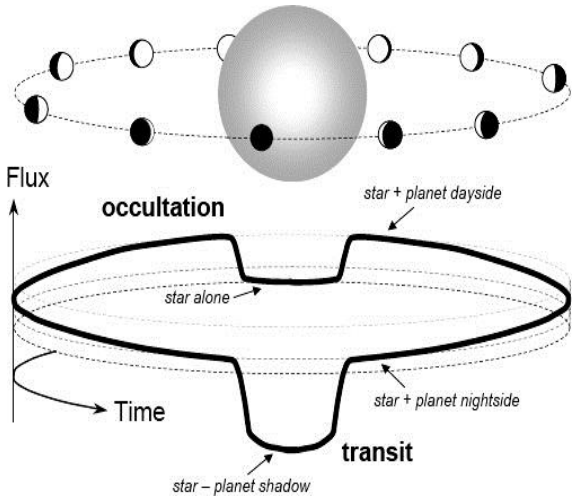


рис.2. Транзитный метод поиска зкзопланет

Метод гравитационного микролинзирования. Между наблюдаемым объектом (звездой, галактикой) и наблюдателем на Земле должна быть другая звезда (она выступает в роли линзы), фокусирующая своим гравитационным полем свет наблюдаемой звёздной системы. Если у звезды-линзы есть планеты, то появляется асимметричная кривая блеска и возможно отсутствие ароматичности. У этого метода крайне ограниченное применение. Метод чувствителен к планетам с малой массой, вплоть до земной.

На сентябрь 2011 года было открыто 13 планет.

Астрометрический метод. Основан на изменении собственного движения звезды под гравитационным воздействием планеты. С помощью астрометрии были уточнены массы некоторых экзопланет, в частности, Эпсилона Эридана b. Будущее этого метода связано с орбитальными миссиями, такими, как SIM.

Метод радионаблюдения пульсаров. Если вокруг пульсара вращаются планеты, то излучаемый сигнал имеет осциллирующий характер. Мощные направленные пучки излучения образуют в пространстве конические поверхности. Если на такой поверхности окажется Земля, тогда возможно зарегистрировать данное излучение. На март 2010 года у двух пульсаров найдено пять планет (3+2).

Прямое наблюдение. На сегодняшний день ни один современный телескоп не позволяет напрямую наблюдать экзопланет. Это связанно с тем, что свет от планеты в миллиарды раз слабее, чем свет от звезды, а с учётом огромных астрономических расстояний — это сравнимо с тем, что пытаться разглядеть свет от свечи на фоне огромного города огней. Предполагается, что космический телескоп имени Джеймса Вебба благодаря огромному зеркалу 6,5 м и высокой разрешающей способности, возможно, станет первым телескопом, способным напрямую обнаруживать экзопланеты, а также подробно изучать состав их атмосфер.

Стоит отметить, что использование некоторых из выше перечисленных способов поиска новых планет было бы не возможным без таких аппаратов как «Кеплер» (НАСА) — космический телескоп системы Шмидта с диаметром зеркала 0,95 м, оснащенный сверхчувствительным фотометром, способным одновременно отслеживать 100 тыс. звёзд. Запущен 7 марта 2009 года. Или например без COROT (ЕКА) — специализированного 30-сантиметрового орбитального космического телескопа, снимающего кривые блеска многих звёзд в момент прохождения перед ними планет. Запущен 27 декабря 2006 года.

Список публикаций:
[1] Бурба Г. Оазисы экзопланет // Вокруг света. — М.: 2006. — № 9 (2792). — С. 38—45/
[2]Burrows A. A theoretical look at the direct detection of giant planets outside the Solar System (англ.) // Nature. — 20 January 2005. — № 433. — С. 261—268.
[3]Левин А. Свита звезд // Популярная механика. — М.: 2009. — № 1 (75). — С. 24—29

Исследование распределения температуры излучающей пластины с целью оптимизации массогабаритных характеристик холодильников-излучателей космических аппаратов

Ермолаева Юлия Олеговна
Московский физико-технический институт (ГУ)
кафедра «Тепловые процессы»
Ризаханов Р.Н.

В данной работе исследуются методы аналитического расчёта распределения температуры на плоской излучающей пластине постоянной толщины. Рассматриваемая задача играет фундаментальную роль при расчёте холодильников-излучателей, а её аналитическое решение обогатит конструкторов инженерными расчётными формулами.

Излучение является единственным способом отвода тепла с борта космического аппарата, не требующим затрат рабочего тела. Данное обстоятельство указывает на важность панельных холодильников-излучателей в обеспечении энергетического баланса в ограниченных объёмах аппаратов. Их роль возрастает с повышением бортовой энерговооружённости, и в наибольшей степени это относится к перспективным транспортным модулям на базе ядерных энергодвигательных установок мегаваттного класса.

В работе найдено аналитическое решение задачи распределения температуры излучающей пластины с целью оптимизации массогабаритных характеристик холодильников-излучателей, построен алгоритм нахождения температурного распределения в зависимости от начальной температуры и параметров материала пластины, а также приведено решение в безразмерном виде.

Расчёт колебательных уровней энергии атмосферных газов с помощью теории возмущений

Калинин Константин Владимирович
Быков Александр Дмитриевич
Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
Быков Александр Дмитриевич, д.ф.-м.н., профессор
kw-kalinin@mail.ru

Теория возмущений (ТВ) является одним из наиболее мощных вычислительных инструментов в физике. Однако при использовании данного подхода существенной проблемой является расходимость соответствующих рядов, что требует применения специальных методов суммирования [1]. Эти методы применяются достаточно широко, в частности, в задачах колебательной и колебательно-вращательной спектроскопии. Для вычисления уровней энергии молекул востребованными методами также являются вариационный метод [2] и теория возмущений в виде метода контактных преобразований (КП) [3]. Применение этих методов ограничивается следующими факторами: вариационный метод требует значительных вычислительных ресурсов для молекул, содержащих более трёх атомов; метод КП сводит задачу к нахождению собственных значений матрицы эффективного гамильтониана, каждый элемент которой представляется рядом, расходящимся при достаточно большой степени возбуждения молекулы. В сравнении с этими методами более

компактным и простым вычислительным методом является теория возмущений Рэлея-Шрёдингера (ТВРШ). Однако данный метод применим, как правило, только для нижних колебательных состояний – в случае более возбуждённых соответствующие ряды ТВРШ расходятся вследствие быстрого возрастания вкладов ангармонизма и наличия вырожденных и/или почти вырожденных состояний. Однако, как было показано в работах [4,5], данная проблема успешно решается путём использования подходящих методов суммирования расходящихся рядов даже в случаях чрезвычайно быстрой расходимости рядов ТВРШ, соответствующих колебательным состояниям, связанным ангармоническими резонансами.

Основная цель данной работы – исследовать, во-первых, возможность сдвига уровней нулевого приближения [6] для приведения исходного расходящегося ряда ТВРШ к более удобному с точки зрения суммирования виду, другими словами, к сходящемуся или медленно сходящемуся ряду. Это позволит в значительной мере упростить расчёты и во многих случаях даже отказаться от применения специальных методов суммирования. Во-вторых, необходимо применить данный подход к некоторым линейным молекулам, имеющим вырожденные колебательные состояния.

В первую очередь нас интересуют молекулы атмосферных газов: H_2O, CO_2, O_3, N_2O и др. Эти вещества дают наиболее заметный вклад в парниковые процессы в атмосфере (т.н. парниковый эффект), поэтому изучение их свойств крайне важно.

В качестве нулевого приближения в данной работе используется гамильтониан вида:

$$H = \sum_i \frac{\omega_i}{2}\left(p_i^2 + q_i^2\right) + \lambda W(q), \tag{1}$$

$$W(q) = \sum_{i \le j \le k} k_{ijk} q_i q_j q_k + \sum_{i \le j \le k \le l} k_{ijkl} q_i q_j q_k q_l \tag{2}$$

Данный гамильтониан приближённо описывает колебательные состояния многоатомной молекулы. Величины q_i есть безразмерные нормальные координаты; ω_i – частоты колебаний; k_{ijk} и k_{ijkl} – ангармонические постоянные. В расчётах методом ТВРШ, как известно, энергия какого-либо состояния молекулы $E(\lambda)$ представляется в виде ряда:

$$E(\lambda) = e_0 + e_1\lambda + e_2\lambda^2 + \ldots, \tag{3}$$

где e_n – коэффициенты, рассчитываемые по рекуррентной схеме [4,5], λ – формальный параметр, в конечном итоге полагаемый равным единице.

Как показывают расчёты, в случае высоковозбуждённых колебательных состояний ряд (3) всегда является расходящимся. Изменяя колебательные частоты в (1) на некоторую произвольную величину $\Delta\omega_i$, можем получить ряд, обладающий нужными нам свойствами, т.е., сходящийся или медленно сходящийся. При этом гамильтониан в целом и его собственные значения (следовательно, и конечный результат) останутся неизменными:

$$H = \underbrace{\sum_i \frac{\omega_i + \Delta\omega_i}{2}\left(p_i^2 + q_i^2\right)}_{H_0'} + \lambda \underbrace{\left[W(q) - \sum_i \frac{\Delta\omega_i}{2}\left(p_i^2 + q_i^2\right)\right]}_{W'} \tag{4}$$

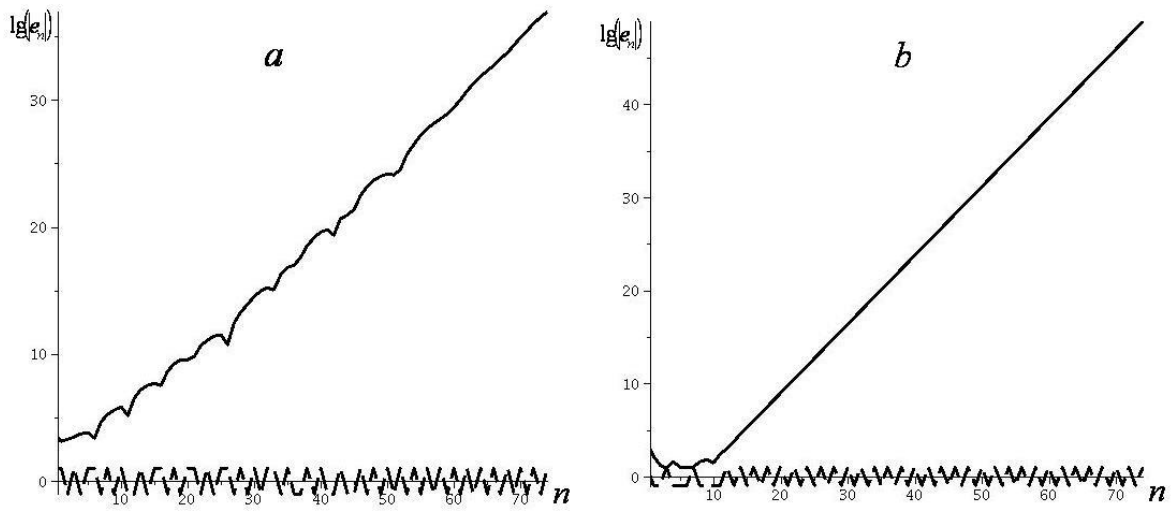


рис.1. Зависимость значения коэффициентов ряда lg(|e_n|) от порядка теории возмущений n для колебательных состояний (020) молекулы CO_2 (a) и (111) молекулы N_2O (b). Пунктирная линия указывает знак соответствующего коэффициента.

Суммирование рядов осуществлялось методами Паде, Паде-Бореля, Паде-Эрмита и методом моментов. Полученные результаты сравнивались с результатами вариационных расчётов. В ходе работы проведён анализ рядов теории возмущений, при этом особое внимание уделено состояниям, связанным случайными резонансами, так как в этих случаях ряды, как правило, расходятся очень быстро и коэффициенты достигают экстремальных значений уже при малых порядках теории возмущений.

Один из результатов представлен на *рис.1.* Изменяя значение нулевого приближения на определённую величину, получаем либо сходящиеся, либо «почти» знакопеременные расходящиеся ряды, которые легко суммируются даже простейшими методами.

Список публикаций:

[1] I.M. Suslov Divergent perturbation series, Moscow, Russia, 2005, 46 pp.
[2] С. Эпштейн Вариационный метод в квантовой химии. М.: Мир, 1977, 370 с.
[3] Ю.С. Макушкин, В.Г. Тютерев Методы возмущений и эффективные гамильтонианы. Новосибирск: Наука, 1984, 244 с.
[4] А.Д. Быков, К.В. Калинин, Оптика и спектроскопия, №3, т.111, 2011, с.396-404.
[5] А.Д. Быков, К.В. Калинин, Оптика и спектроскопия, №2, т.112, 2012, с.179-189.
[6] P.R. Surjan and A. Szabados, Fundamental World of Quantum Chemistry, Vol.III, 129-185 (2004).

Научная деятельность кафедры астрономии и геодезии Уральского федерального университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина

Квашнина Альвира Васильевна,
Константинов Александр Олегович
Кафедра астрономии и геодезии УрФУ
ro120.04@mail.ru, izecson82@yandex.ru

Кафедра Астрономии и Геодезии УрФУ одна из немногих выпускающих кафедр, связанных с астрономией в России и имеющей в своем распоряжении астрономическую обсерваторию. Коуровская астрономическая обсерватория имени К. А. Бархатовой расположена примерно в 100км от Екатерибурга в селе Слобода. Основные инструменты обсерватории :

- 1.2-метровый зеркальный телескоп, оснащённый оптоволоконным спектрографом высокого разрешения;
- 700-мм зеркальный телескоп с уникальным многоканальным фотометром;
- 453- мм телескоп АЗТ-3, оснащенный: гибридной телевизионной системой на базе двух электронно-оптических преобразователей и высокочувствительной малошумящей камеры видеонаблюдения с ПЗС-матрицей размером 720 х 576 пикселей, одноканальным звездным электрофотометром с блоком сканирования изображений, панорамным фотометром на базе ПЗС-камеры PiCTOR 1616 фирмы Meade;
- 500-мм астрогеодезический телескоп СБГ, оснащенный ПЗС-камерой Alta U32 фирмы Апогей;
- 400-мм бинокулрный телескоп-робот МАСТЕР-II, оснащённый двумя ПЗС-камерами;
- 440-мм горизонтальный солнечный телескоп АЦУ-5, оснащенный спектрографом АСП-20.

На данных инструментах сотрудниками Кафедры и Обсерватории проводятся наблюдения в следующих направлениях:

- Изучение межзвездной среды
- Изучение небесной механики ИСЗ
- Солнечные наблюдения
- Изучение двойных затменно-переменных звезд
- Изучение скоплений звезд
- Разработка, модернизация и внедрение вспомогательного и наблюдательного оборудования, оптимизация работы.

Ежегодно в конце января-начале февраля в Коуровской Астрономической Обсерватории проводится студенческая конференция «Физика Космоса».

Исследование излучения непрерывного спектра тлеющего разряда в гелии

Пинаев Вадим Александрович
Уланов Игорь Максимович
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН
Уланов Игорь Максимович, к.т.н.
pinaev_vadim@mail.ru

Излучение тлеющих разрядов [1] низкого давления в области непрерывного спектра практически не изучено. Также не исследованы элементарные процессы формирующие излучение непрерывного спектра тлеющего разряда в магнитном поле [2]. Предлагаемая работа посвящена изучению непрерывного спектра тлеющего разряда низкого давления в продольном магнитном поле.

Из-за малой степени ионизации $\delta \sim 10^{-7}$-10^{-5} тлеющего разряда, основным процессом излучения непрерывного спектра является тормозное излучение $J_{\lambda brems}$, возникающее вследствие упругого рассеяния электронов на атомах [2]. Вклад фоторекомбинационного и тормозного излучения на ионах оказывается на 3-4 порядка меньше и может не учитываться [3]. Интенсивность $J_{\lambda brems}$ вычислялась по результатам зондовых измерений считая, что основная группа электронов имеет максвелловское распределение [4].

Измерение спектра излучения отрицательного свечения и тёмного фарадеевого пространства осуществлялось в абсолютных спектральных единицах. Для этого оптическая система была проградуирована с помощью ленточной вольфрамовой лампы. Детальное описание установки, на которой осуществлялся тлеющий разряд, приведено в [5]. Тлеющий разряд осуществлялся в гелии, давление которого варьировалось в пределах 20-70 Па. Измерение температуры T_e и плотности n_e электронов осуществлялось с помощью двухзондовой методики, применение которой позволяет выполнять измерения в присутствии магнитных полей [6].

Наложение магнитного поля приводило к изменению электрических параметров и самого вида разряда. С увеличением напряжённости магнитного поля длина положительного столба уменьшалась (либо он исчезал совсем) и катодные области занимали практически всю длину разрядной камеры. При этом происходило сжатие разряда в 20-25 раз. Разряд изолировался от стенок, образуя узкий, ярко светящийся шнур по центру разрядной трубки. Напряжение разряда, необходимое для поддержания заданной величины разрядного тока, уменьшалось более чем в два раза. Зондовые измерения показали, что увеличение напряжённости магнитного поля приводит к увеличению плотности и температуры электронов. Такое сильное изменение разряда приводило к изменению его излучения, спектральный анализ которого показал, что интенсивность излучения линий увеличивалась в 50-100 раз, а непрерывного континуума в 20-30 раз.

Обнаружено, что измеренная интенсивность непрерывного спектра J_λ превосходит расчётную величину тормозного излучения $J_{\lambda brems}$. Результаты расчётов и измерений, выполненных для излучения на длине волны λ=530 нм, представлены на рис. 1. Видно, что в зависимости от магнитного поля разность между измеренной и расчётной величиной интенсивности непрерывного спектра составляет 15-100 раз, причём максимальная величина соответствует случаю, когда магнитное поле не прикладывается к разряду.

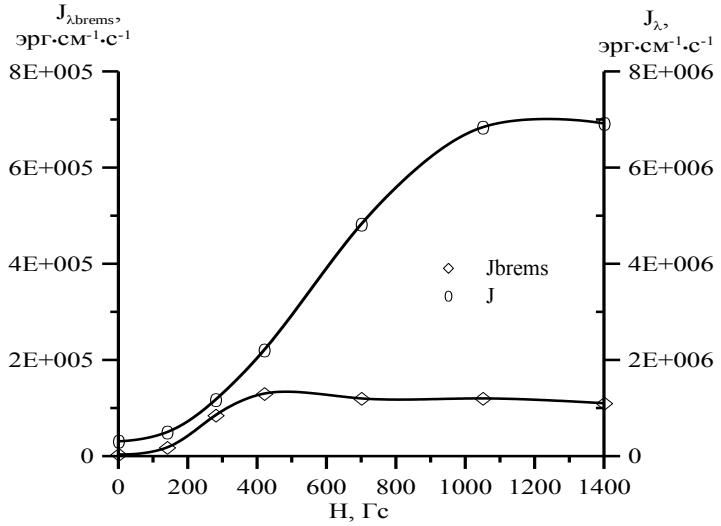


рис.1. Спектральная плотность излучения на длине волны λ=530 нм в зависимости от напряжённости магнитного поля. Давление гелия при выключенном разряде P=20 Па, ток разряда I=10 мА.

Следует отметить, что влияние магнитного поля на разряд, описанное выше, происходило только тогда, когда давление разрядного газа было меньше ~ 1 торр. В этом случае магнитное поле прикладывалось к области отрицательного свечения и тёмного фарадеевого пространства области, где практически отсутствует электрическое поле, и перенос тока осуществляется за счёт продольной диффузии электронов. Дальнейшее увеличение давления приводит к тому, что наложение магнитного поля не меняет характер разряда. Напряжение и интенсивность излучения (линий и непрерывного спектра) разряда почти не изменяют свою величину.

Проведённые исследования полезны для понимания процессов взаимодействия тлеющих разрядов с магнитным полем, а также могут быть использованы при создании новых источников света и лазеров.

Список публикаций:

[1] Райзер Ю. П. Физика газового разряда М.: Интеллект. 2009
[2] Голубовский Ю. Б., Иванов В. А., Каган Ю. М. // Опт. и спектр. 1973. Т.35. № 2. С. 213.
[3] Очкин В. Н. Спектроскопия низкотемпературной плазмы М.: Наука. 2010
[4] Солнцев Г. С., Орлов А. И., Довженко В. А. // РиЭ. 1970. Т.9. С.1980
[5] Уланов И. М., Литвинцев А. Ю., Пинаев В. А. // ТВТ. 2011. Т. 49. № 1. С. 3.
[6] Козлов О. В. Электрический зонд в плазме. М.: Атомиздат, 1969.

Применение технологической силовой трубы для обеспечения точности стыковочных интерфейсов при интеграции КА

Поздняков Андрей Сергеевич
Шатов Александр Владимирович
Масанов Андрей Глебович
Двирный Валерий Васильевич д.т.н.
ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева
Mili-gram@yandex.ru

Для изделий космического машиностроения, в частности, автоматических космических аппаратов связи, одним из основных параметров качества является их точность, под которой понимается степень соответствия абсолютно идеальной и реальной геометрии и кинематики перемещения всех узлов, деталей и сборочных единиц. Повышение точности увеличивает долговечность, надежность эксплуатации КА, поэтому так важны требования к точности изготовления деталей, сборочных единиц и изделия в целом.

В основном, при сборке изделий возникают погрешности, связанные с изменением взаимного положения собираемых деталей, обусловленного отклонением формы сопрягаемых поверхностей, и с деформацией сопрягаемых деталей. [1]

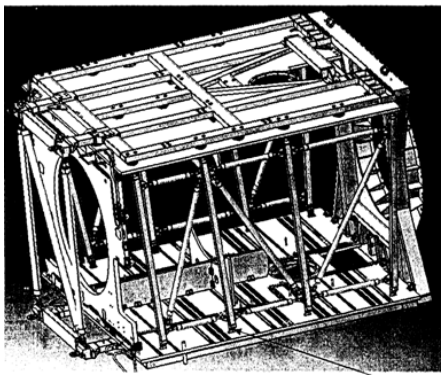


Рис. 1. Технологический жесткостной корсет

В ОАО «ИСС» реализация процессов интеграции основных составных частей КА, модуля служебных систем (МСС) и модуля полезной нагрузки (МПН), преимущественно осуществлялась с помощью жесткостных силовых корсетов (рис. 1).

При операциях кантования и перемещения МПН, под воздействием собственного веса и веса корсета возникают силы изгибающие конструкцию. Как следствие, это может привезти к местной деформации отдельных элементов, и в процессе последующей интеграции может возникнуть необходимость доработки конструкции МПН и МСС. Коэффициент запаса прочности (η) вычисляется по формуле:

$$\eta = \frac{[N]}{N_p} \geq 1 \qquad (1)$$

или

$$\eta = \frac{[\sigma]}{\sigma_{экв} \cdot k} \geq 1, \qquad (2)$$

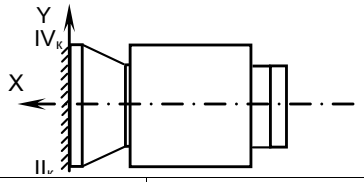
где [N] – величина предельной нагрузки; N_p – расчётная нагрузка; [σ] – допускаемое напряжение, σэкв – расчётное эквивалентное напряжение; k – коэффициент безопасности.

Например, при стандартной средней массе корсета с МПН в 1600 кг, при консольном закреплении, действие веса со стороны имитаторов антенных панелей, является наиболее опасным. В результате расчета получено максимальное усилие в диагональных элементах имитаторов антенных панелей. N_{max}=162 кгс, что создает усилие на по закладной $Q_{закл.}$= 77 кгс, $N_{закл.}$= 143 кгс.

Сдвиговая нагрузка на закладную передается через трение, создаваемое усилием затяжки болта. Расчетное усилие трения при коэффициенте трения 0,15 равно $Q_{тр.}$= 37 кгс, отсюда запас по проскальзыванию $\eta_{проск.}$ = 37/77 = 0,48. Следовательно, существует возможность проскальзывания посадочных кронштейнов имитаторов антенных панелей относительно закладных, что может привести к незначительной деформации элементов конструкции.

В случае использования вместо корсета, технологической силовой трубы, как имитатора силовой конструкции корпуса (СКК), закрепление МПН проводятся по штатным посадочным зонам, и вся конструкция в процессе последующих операций кантования и перемещения, проводится как со штатным изделием, что существенно сохраняет прочностные характеристики и исключает возможность проскальзывания по закладным.

Таблица. 1. Требования по жесткостным харатеристикам для КА при консольном закреплении.

Схема консольного закрепления КА								
								
Случай нагружения		Коэфф. перегрузки			Коэфф. безопасности $\frac{k_в}{k_д}$		Расчётный коэфф. перегрузки		
Наименование	Обозначение	$\frac{n^3_{x_e}}{n^3_{x_д}}$	$\frac{n^э_{y_e}}{n^э_{y_д}}$	$\frac{n^э_{z_e}}{n^э_{z_д}}$			$\frac{n^p_{x_max}}{n^p_{x_min}}$	$\frac{n^p_{y_max}}{n^p_{y_min}}$	$\frac{n^p_{z_max}}{n^p_{z_min}}$
Транспортирование на ТК автономно		Т51	0,00 ±1,00	-1,00 ±1,00	0,00 ±0,40	1,5 1,5	1,50 -1,50	-0,00 -3,00	0,60 -0,60

Расчётные коэффициенты перегрузки вычислялись по формуле:

$$n^p_{i_max} = n^3_{i_e} \cdot k_e + \left|n^3_{i_д}\right| \cdot k_д; \qquad (3)$$

$$n^p_{i_min} = n^3_{i_e} \cdot k_e - \left|n^3_{i_д}\right| \cdot k_д \qquad (4)$$

где $n^3_{i_e}$ – весовая составляющая эксплуатационной перегрузки вдоль оси i;

$n^3_{i_д}$ – динамическая составляющая эксплуатационной перегрузки вдоль оси i;

$k_e, k_д$ – коэффициенты безопасности на весовую и динамическую составляющие перегрузки;

$n^p_{i_max}$ – максимальная расчётная перегрузка вдоль оси i;

$n^p_{i_min}$ – минимальная расчётная перегрузка вдоль оси i.

Имитатор СКК и СКК КА, разрабатывает и изготавливает ЗАО «ЦПР ОАО ЦНИИСМ» г. Хотьково. Разработчик обеспечивает требование по прочности от воздействия расчётных нагрузок и, в частности, при консольном закреплении. Требования подтверждаются приемно-сдаточными испытаниями СКК.

При использовании имитатора СКК, сохраняются прочностные и геометрические характеристики МПН. Следовательно, последующая интеграция МСС и МПН будет осуществляться с меньшими смещениями интерфейсных зон.

Так же процесс интеграции существенно упрощается, так как происходит «переброс» конструкции МПН, с имитатора силовой трубы на СКК в составе МСС. (рис. 2).

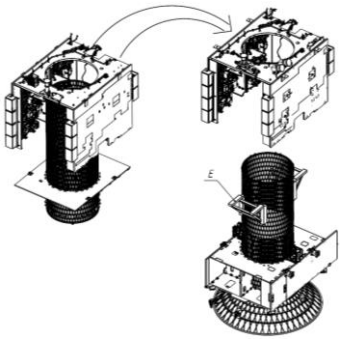


Рис. 2. Интеграция МПН и МСС

Применение имитатора силовой трубы в составе МПН, обеспечивает жесткую фиксацию конструкции МПН и устанавливаемую на нее аппаратуру, существенно упрощает, интеграцию КА, сокращая последовательность производимых операций.

Список публикаций:

1. Тестоедов Н. А., Михнев М. М., Шатров А. К., Двирный В. В., Злотенко В. В., Филиппов Ю. А., Ильиных В. В. Технология производства космических аппаратов. Красноярск : Изд-во Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та, 2009.

2. Беляков И.Т., Борисов Ю.Д. Основы космической техники. Москва: Изд-во Машиностроение, 1980

Изучение оптических свойств наночастиц $(SiO_2)_n$, $(GaAs)_m$ и $(SiO_2)_n(GaAs)_m$ в компьютерном эксперименте

Рахманова Оксана Рашитовна

Галашев Александр Евгеньевич

Институт промышленной экологии

Уральского отделения РАН

rakhmanova@ecko.uran.ru

Наночастицы имеют типичные коллоидные свойства. Наиболее характерным из них является высокий процент атомов, находящихся на поверхности наночастицы. Поверхностные атомы имеют ненасыщенные связи и поэтому могут связываться с другими атомами, т. е. обладают высокой химической активностью. Размер частицы, состояние поверхности и межатомное взаимодействие определяют уникальные свойства наночастиц, делают возможным их потенциальное применение во многих областях. Наноразмерные диоксид кремния SiO_2 и арсенид галлия GaAs приобретают новые свойства, которые открывают новые возможности для технологических приложений и широкого использования этих материалов в области сильноточной электроники в приложении к космическому приборостроению.

Целью работы является изучить структурные, спектральные и диэлектрические свойста наночастиц $(SiO_2)_n$ и $(GaAs)_m$ при нахождении SiO_2 основы как внутри, так и снаружи наночастицы в температурной области $300 \leq T \leq 1500$ K.

Расчеты проводились методом молекулярной динамики с использованием потенциала Терсофа [1] с параметрами [2,3]. Начальные конфигурации наночастиц создавались путем вырезания сфер и сферических слоев из кристалла GaAs со структурой цинковой обманки и кристалла α-кварца. Предварительно построенный кристалл GaAs характеризовался параметром кубической решетки: $a = 0.5653$ нм. Упаковка SiO_4 тетраэдров для получения кристалла α -кварца с параметрами: a = b = 0.5082 нм; c = 0.55278 нм создавалась программой–генератором неорганических кристаллических структур GRINSP [4]. Четырехкомпонентная частица строилась

путем окружения сферы, состоящей из одних структурных единиц, слоем, содержащим другие атомные единицы. Причем для получения наночастицы первого типа сфера SiO_2 вставлялась в сферический слой GaAs с совмещением их центров. Молекулярно-динамические (МД) расчеты для каждой из наночастиц выполнялись для трех значений температуры (300, 900 и 1500 K). Конфигурации наночастиц, полученные при низких температурах, использовались в расчетах при более высоких температурах.

На рис. 1 представлены конфигурации четырех наночастиц, полученные при T = 1500 K после 10^6 временных шагов. В верхней части наночастицы $(SiO_2)_{86}$ на поверхности появился островок из атомов кислорода. Поверхность наночастицы $(GaAs)_{129}$ слегка разупорядочена. Четырехкомпонентная наночастица с

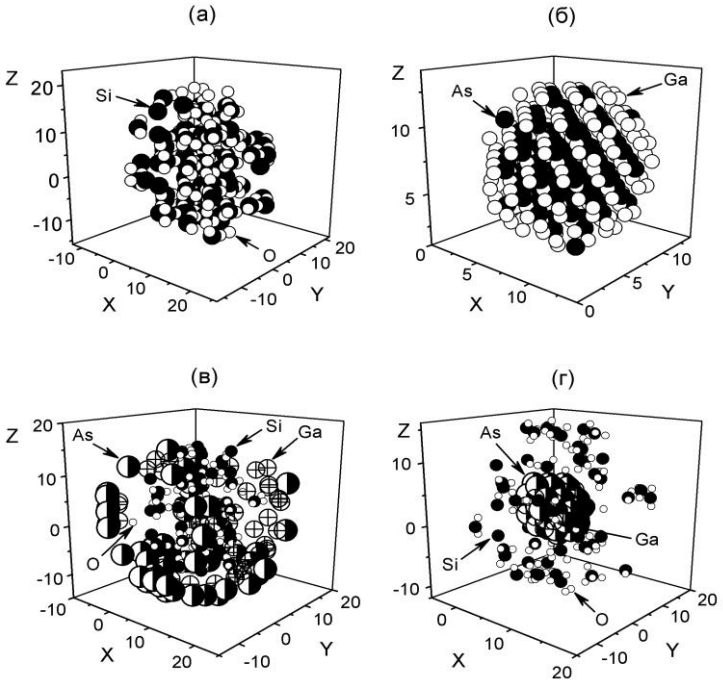


Рис. 1. Конфигурации наночастиц: (а) $(SiO_2)_{86}$; (б) $(GaAs)_{129}$; (в, г) $(SiO_2)_{50}(GaAs)_{54}$, (в) SiO_2 внутри, г – SiO_2 снаружи наночастицы, координаты атомов даны в Å.

SiO_2 сердцевиной все еще остается достаточно компактной, однако на поверхности прослеживается расслоение атомов Ga и As. Наночастица с инверсным размещением SiO_2 компонента на поверхности выделяется наиболее рыхлой, неоднородной структурой. В плотной центральной части этой наночастицы более крупные атомы As доминируют на поверхности. Частично отслоившаяся корка из SiO_2 неравномерна по толщине и не полностью закрывает ядро из GaAs. Не все структурные единицы SiO_2 сохраняются. В поверхностной области присутствуют одиночные атомы Si и O, а также несвязанные с каркасом структурные единицы: SiO, SiO_2, SiO_4.

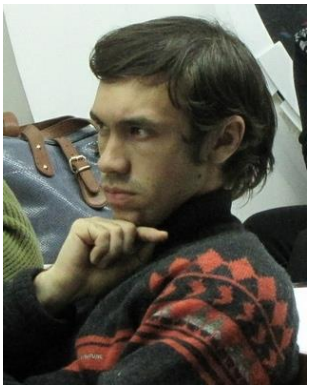
В работе изучены основные оптические свойства двух- и четырехкомпонентных наночастиц диоксида кремния и арсенида галлия при температурах от 300 до 1500 K. Интегральная интенсивность анти-стоксовых инфракрасных (ИК) спектров поглощения четырехкомпонентных наночастиц уменьшается при увеличении температуры. Однако структурная релаксация SiO_2 покрытия GaAs ядра может дать увеличение интенсивности этой части ИК-спектра несмотря на повышение температуры. Форма рамановских спектров для этих частиц также сильно зависит от того, каким образом размещены в наночастице GaAs и SiO_2 компоненты. Рост температуры наночастиц $(SiO_2)_{50}(GaAs)_{54}$ приводит к существенному увеличению интенсивности анти-стоксовой части рамановского спектра. Нагрев наночастиц до 1500 K не вызывает изменения местоположения пиков спектра J(ω) для наночастицы с SiO_2 покрытием, в то время как нечетные пики J(ω) спектра частицы с SiO_2 ядром смещаются в противоположных направлениях. Показатель преломления и коэффициент поглощения слабо зависят от способа компоновки проводника (GaAs) и изолятора (SiO_2) в наночастице. Число оптически активных электронов также лишь в небольшой степени чувствительно к пространственной инверсии полупроводника и изолятора для наночастицы, образованной из арсенида галлия и диоксида кремния.

Список публикаций:

1. *Tersoff J. // Phys. Rev. B 1989. V. 39. P. 5566.*
2. *Munetoh S., Motooka T., Moriguchi K., Shintani A. // Computational Materials Science. 2007. V. 39. P. 334.*
3. *Nishidate Y., Nikishkov G.P. // Comp. Model. Eng. Sci. 2008. V. 26. P. 91.*
4. *Le Bail A. // J. Appl. Cryst. 2005. V. 38. P. 389.*

Управление космическим аппаратом, снижающее дозу радиации, полученную им на орбите

Старченко Александр Евгеньевич
Московский физико-технический институт (ГУ),
Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королёва
Легостаев Виктор Павлович, академик РАН
inorsi@yandex.ru



Маневрирование космическим аппаратом (КА) с использованием двигателей малой тяги приводит к получению дозы радиации на орбите Земли на порядки большей, по сравнению с маневрированием двигателями большой тяги. Большие дозы радиации существенно снижают срок службы бортовой электроники и приводят к отказу всего космического аппарата.

Наряду с утолщением стенок и специальной компоновкой приборов КА имеет смысл рассмотреть способ снижения дозы радиации путём выбора специального управления движением центра масс КА. Данный способ будет эффективен только в случае увеличения расхода топлива на усложненное управление, меньшего или сравнимого с массой противорадиационной защиты. Поэтому задачу снижения дозы радиации можно формализовать в виде двухкритериальной задачи оптимизации, один из критериев качества которой — затраты характеристической скорости, а второй — доза радиации, полученная аппаратом. Данная работа ставит себе целью построить парето-фронт упомянутой выше задачи оптимизации.

Поставленная задача решается методом, основанным на методе сведения задачи оптимизации многовиткового перелёта к задаче линейного программирования высокой размерности [1]. Поскольку уравнения движения КА существенно нелинейны, задача решается итеративно. На каждой итерации осуществляется разбиение траектории на n частей, на каждой из которых уравнения движения линеаризуются. В каждой точке линеаризации рассматриваются возможные движения КА при различных направлениях тяги, и выбираются направления и величины тяги, минимизирующие линейный функционал

$$\Phi = \alpha_1 \Delta V + \alpha_2 D = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k} \left(\alpha_1 \Delta V_{i,\max} + \alpha_2 \frac{\partial D}{\partial T_i^{(j)}} \right) T_i^{(j)}, \qquad (1)$$

где ΔV — приращение характеристической скорости, необходимой на перелёт, относительно предыдущей итерации, D — приращение дозы радиации, полученной КА за перелёт, относительно предыдущей итерации. Коэффициенты α_1 и α_2 задают наклон прямой, аппроксимирующей в некоторой точке искомомый парето-фронт. Варьируя эти коэффициенты и получая решение для каждого их значения, можно получить приближенную, кусочно-линейную форму искомого парето-фронта. Числа $\Delta V_{i,\max}$ и $\frac{\partial D}{\partial T_i^{(j)}}$ — изменение характеристической скорости и полученной дозы относительно предыдущей итерации при выдаче максимальной тяги на i-ом промежутке в j-ом направлении. Скорости роста доз радиации $\frac{\partial D}{\partial T_i^{(j)}}$, используемые в (1), получены численно с помощью систем расчёта дозы, полученной КА в радиационных поясах Земли, SPENVIS (ESA) и GeoDos (РКК «Энергия»). Задачи линейного программирования, возникающие на обоих этапах, решаются в среде MATLAB с помощью функции *linprog*, методом, основанным на алгоритме внутренней точки (Linear Interior Point Solver, [2]).

Реализация предложенного метода в случае плоского перелёта с низкой круговой орбиты на геостационарную орбиту даёт снижение дозы радиации без дополнительных затрат топлива примерно на 0,2% по сравнению с траекторией, оптимальной только по топливу. При этом полученные решения имеют физический смысл (*рис.1*). В точках увеличения мощности дозы радиации с ростом радиуса орбиты эксцентриситет орбиты снижается, и аппарат находится меньше времени в области высокой радиационной опасности. Соответственно, в точках снижения мощности дозы с ростом радиуса орбиты эксцентриситет увеличивается, и КА дольше находится в области с меньшей мощностью дозы радиации.

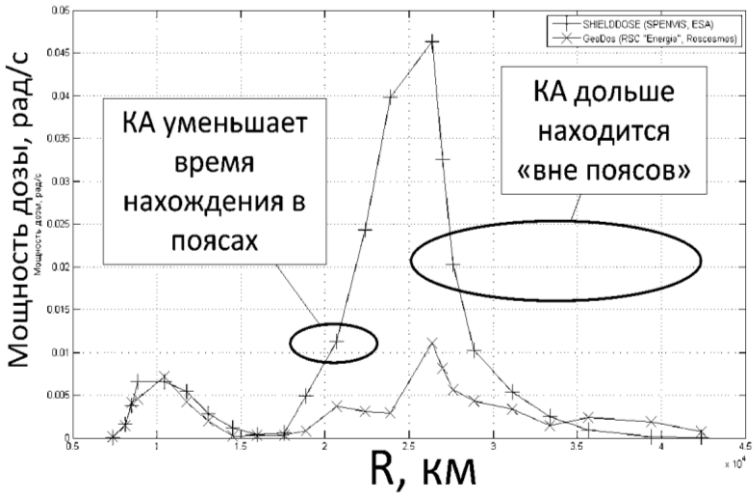


рис.1. Зависимость мощности дозы радиации, полученной КА в радиационных поясах Земли от радиуса орбиты. Получена с помощью программ SPENVIS (ESA) GeoDos (РКК «Энергия»).

Физический смысл полученных решений.

Для увеличения эффекта и получения других парето-фронтов автором предложен ряд оригинальных методов, основанных на принципе наименьшего действия, на явлении распространения света по траектории с наименьшим временем (принцип Ферма), на неединственности управления с заданным расходом топлива и т. д. Также предложены идеи использования уже существующих методов, необычных для космической отрасли. Например, метод хаотической оптимизации на нейронных цепях, генетический алгоритм решения многокритериальных задач оптимизации и т. д.

Список публикаций:

[1] Ulybyshev, Y. Continuous Thrust Orbit Transfer Optimization Using Large-Scale Linear Programming / Y. Ulybyshev // Journal of Guidance, Control and Dynamics. — 2007. — March-April. — V.30, №2

[2] Zhang Y. Solving Large-Scale Linear Programs by Interior-Point Methods Under the MATLAB Environment // Technical Report TR96-01 — Baltimore County, Baltimore, MD: Department of Mathematics and Statistics, University of Maryland, 1995.

Автоматическая классификация космических объектов методами виртуальной обсерватории

Титов Василий Юрьевич

Институт проблем информатики РАН

tvy@list.ru

Задача автоматической классификации космических объектов как и создание методов виртуальной обсерватории, решающих задачу для конкретных типов объектов приобрела необычайно высокую актуальность в последнее время поскольку скорость накопления астрономических данных в мире очень велика и продолжает увеличиваться. С одной стороны такая ситуация затрудняет применение классических методов, например, классификации переменных звезд, когда каждую заподозренную в переменности звезду проверял профессиональный астроном и указывал её тип перед занесением в каталог переменных звёзд. С другой стороны, применение методов автоматической классификации дает возможность оперативно обрабатывать огромные объемы данных и получать качественно новые сведения о различных объектах во вселенной за счёт увеличение количества классифицированных объектов, принадлежащих данным типам, на порядки. Соответственно, дорогой ручной труд астронома должен быть использован только на те объекты, с которыми не справились методы виртуальной обсерватории, то есть потенциально из ряда вон выходящие объекты или наиболее сложные для автоматической классификации типы.

Ситуация на сегодняшний день выглядит так: имеются большие (10^7–10^9) каталоги объектов (2MASS, DENIS, SDSS, WISE, Kepler и т. д.), содержащие десятки и сотни измерений в разные моменты времени на каждый из объектов. Измерения, в основном, фотометрические. В ближайшем будущем планируются продолжения небесных обзоров с получением каталогов до 10^{11} объектов. Большинство из этих каталогов, в том числе серии индивидуальных измерений по каждому объекту, доступны через Интернет. Значительная часть научной информации, которая может быть извлечена из этих данных (по некоторым оценкам 60-80%),

остается без извлечения и эти данные передаются в пользование широкой общественности (например, целью проекта является поиск внесолнечных планет и в результате работы группы ученых по этому проекту появляется список планет и небольшое количество сопутствующих открытий).

Нашей группой в ИПИ РАН создается решение задачи, реализованное как метод виртуальной обсерватории. То есть мы рассматриваем многоуровневую модель, включающую в себя уровень информационных ресурсов, промежуточный слой для обеспечения технической унификации их интерфейсов и введения дистанционных механизмов обращения к ресурсам, уровень предметных посредников, каждый из которых создает спецификацию предметной области для решения некоторого класса задач, уровень задач (приложений), формулируемых в терминах одного или нескольких посредников. Поскольку в общем случае ресурсы неоднородны, при интеграции неоднородных ресурсов для однородного представления их семантики требуется приведение различных информационных моделей к унифицированному виду в рамках некоторой унифицирующей информационной модели, которая называется канонической. Для унификации разнородных спецификаций прежде всего требуется умение сопоставлять спецификации различных ресурсов друг с другом так, чтобы можно было отвечать на вопрос, можно ли при реализации посредника использовать спецификацию существующего ресурса вместо фрагмента спецификации посредника.

Созданы алгоритмы для распознавания переменных звезд некоторых типов (затменные, пульсирующие). Обсуждаются алгоритмы распознавания квазаров. Эти задачи решаются одним и тем же методом с использованием доступных каталогов звезд, содержащих звездные величины в общем случае в разных диапазонах (фильтрах). Метод основан на факте, что разные звездные каталоги созданы на базе фотометрических измерений на разные даты. Таким образом, мы имеем некое подобие "кривой блеска" для сотен миллионов объектов (не обязательно звезд – в каталогах есть и галактики, и квазары, и транснептунные астероиды, и, к сожалению, артефакты – дефекты изображения, возникшие из-за брака фотопластинок или брака в процессе сканирования, а также дубликаты – как правило, звезды с большим собственным движением).

В результате наименее трудные для автоматической классификации астрономические объекты могут быть распознаны и измерены роботом. Для ручной работы астрофизика метод виртуальной обсерватории оставляет список нераспознанных объектов в котором, как хотелось бы ожидать, будет особенно высокая концентрация ещё не открытых объектов вселенной.

Список публикаций:
[1] Chilingarian I., et al. 2009, Science 326, 1379
[2] Kalinichenko L., Stupnikov S., Martynov D.2007, SYNTHESIS: a Language for Canonical Information Modeling and Mediator Definition for Problem Solving in Heterogeneous Information Resource Environments. IPI RAS, Moscow, 171 p

Квазары

Чесноков Егор Яковлевич
Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика Решетнева
Веселков Сергей Александрович
egor.chesnokov.93@mail.ru

Квазары - мощные внегалактические источники электромагнитного излучения, имеющие на фотографиях звездообразный вид. Были открыты в 1960 году, как источники радиоизлучения с очень малыми угловыми размерами (меньше 10"), и затем отождествлены с оптическими объектами, имеющими визуальную звёздную величину $\approx 16 - 18^m$. В 1963 году М. Шмидт установил, что некоторые широкие эмиссионные линии в спектре квазара 3С 273, принадлежат линиям бальмеровской серии водорода и линиям MgII, смещённым в красную сторону. Квазар 3С 273 - один из самых ярких, он имеет визуальную звёздную величину m_V=12,7m и красное смещение линий в спектре z=0,158, что соответствует расстоянию 630 Мпк. Другие квазары, согласно красным смещениям их спектральных линий, находятся на столь же больших расстояниях (> 200 Мпк).

Кроме того, для квазаров характерно нетепловое излучение *(рис. 1)*, по которому квазаров нетрудно отличить от звёзд главной последовательности и белых карликов. Известно более 1500 квазаров с измеренными красными смещениями, причём среди них больше оптических квазаров (без заметного радиоизлучения), чем радиоквазаров. Вероятно, что квазары являются нестационарными ядрами далёких галактик, у которых звёздная составляющая излучает слабо и не видна (однако около нескольких близких квазаров обнаружены слабые туманности, состоящие из звёзд.)

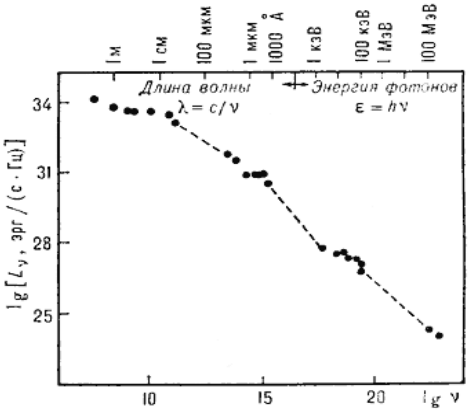


рис. 1. Спектр электромагнитного излучения квазара 3С 273. По осям координат отложены: внизу логарифм частоты, вверху – соответствующие длины волн и энергии фотонов (в рентгеновском диапазоне и гамма-диапазоне), по оси ординат - логарифм светимости на данной частоте в единичном интервале частот.

Квазары - самые мощные по излучению объекты во Вселенной. Мощность излучения (светимость) квазаров, включая радио-, ИК-, оптические, УФ-, рентгеновские диапазоны, а в отдельных случаях и γ-диапазон, достигает 10^{46}-10^{47} эрг/с. По светимости квазары примыкают к так называемым сейфертовским галактикам и подобно им обладают переменностью излучения. Характерные времена переменности квазаров - месяцы и даже недели - указывают на то, что область генерации энергии излучения у квазаров невелика, ~ 10^{16}-10^{17} см, т.е. < 1 пк. Физический механизм, ответственный за генерацию столь мощного излучения в относительно небольшом объёме, достоверно неизвестен. Процессы, происходящие в квазарах, являются предметом интенсивных теоретических исследований.

В спектрах далёких квазаров обнаружены узкие линии поглощения водорода и ионов тяжёлых элементов. В тех случаях, когда удаётся отождествить серии таких абсорбционных линий, оказывается, что красное смещение, определённое по линиям поглощения, меньше, чем найденное по эмиссионным линиям. Иногда наблюдается несколько таких серий с разными z. Природа узких линий поглощения остаётся неясной; обычно предполагается, что эти линии образуются на пути между квазаром и наблюдателем (обширные короны галактик или отдельные облака холодного газа).

Исследование квазаров, чрезвычайно важно для космологии, в частности для выбора космологической модели, наиболее полно отражающей свойства реальной Вселенной. Так, например, можно было бы надеяться обнаружить на больших расстояниях отклонение Хаббла закона от линейности и связать это отклонение с той или иной космологической моделью. Однако ввиду большого разброса абсолютных светимостей квазары *(рис. 2)* определённого результата получить пока не удаётся. Возможно, изучение квазаров даст также важные сведения об эволюции Вселенной.

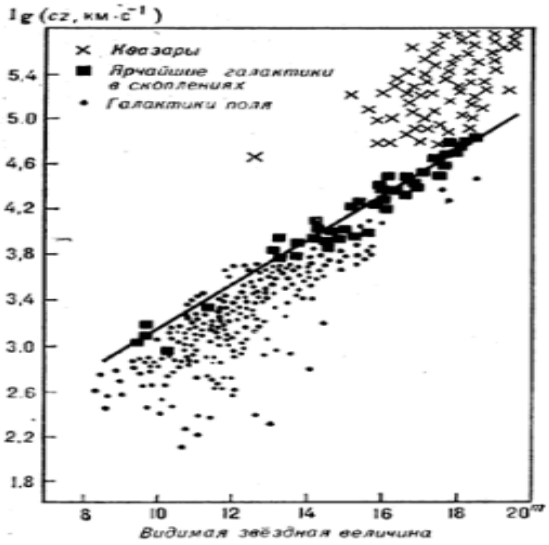


рис. 2. Диаграмма Хаббла: красное смещение z объектов сопоставляется с их видимой звёздной величиной. Прямая линия отвечает закону Хаббла. Отклонение квазаров от этой линии означает не нарушение закона Хаббла, а отличие их светимости от светимости ярчайших галактик в скоплениях.

Коуровская астрономическая обсерватория

Чистякова Анастасия Павловна
Уральский федеральный университет им. Б. Н.Ельцина,
кафедра астрономии и геодезии

Единственная на Урале астрономическая обсерватория находится в Свердловской области около станции Коуровка, недалеко от берега знаменитой реки Чусовой, вблизи села Слобода и железнодорожной станции Коуровка. Обсерватория принадлежит Институту естественных наук Уральского федерального университета (бывший УрГУ).

Обсерватория обладает развитой материальной базой и высоким научным потенциалом. Два доктора наук и 12 кандидатов физико-математических наук работают в обсерватории.

В 1957 году, после запуска первого искусственного спутника Земли, в Уральском университете была основана станция наблюдения за ИСЗ. Кафедра астрономии и геодезии Физического факультета УрГУ, закрытая после войны, была вновь учреждена в 1960 году. В 1962-1965 гг. под руководством К.А.Бархатовой велись работы по строительству Коуровской обсерватории. В 1994 г. введен в эксплуатацию сконструированный и изготовленный в Коуровской обсерватории 70-см телескоп системы Кассегрена.

Значение Коуровской обсерватории очень высоко, тем более это единственная российская обсерватория такого уровня на пространстве страны между Казанью и Иркутском.

Астрономы имеют в своем распоряжении шесть телескопов:

- 1.2-метровый зеркальный телескоп, оснащённый оптоволоконным спектрографом высокого разрешения;
- 700-мм зеркальный телескоп с многоканальным фотометром;
- 453-мм телескоп АЗТ-3, оснащенный: гибридной телевизионной системой на базе двух электронно-оптических преобразователей и высокочувствительной малошумящей камеры видеонаблюдения с ПЗС-матрицей размером 720 х 576 пикселей, одноканальным звездным электрофотометром с блоком сканирования изображений, панорамным фотометром на базе ПЗС-камеры PiCTOR 1616 фирмы Meade;
- 500-мм астрогеодезический телескоп СБГ, оснащенный ПЗС-камерой Alta U32 фирмы Апогей;
- 400-мм бинокулярный телескоп-робот МАСТЕР-II, оснащённый двумя ПЗС-камерами;
- 440-мм горизонтальный солнечный телескоп АЦУ-5, оснащенный спектрографом АСП-20.

Коллектив обсерватории, используя зеркальный телескоп АЗТ-3В, активно участвует в наблюдении комет, Солнца, звезд, планет и их спутников, поиску вокруг других звезд планетных систем.

Фундаментальные и прикладные научные исследования в обсерватории проводятся по следующим направлениям:

- строение, происхождение и развитие Галактики и ее подсистем;
- физика звезд и межзвездной среды;
- физика солнечной активности и ее земные проявления;
- астрометрия и небесная механика.

Память К.А. Бархатовой увековечена даже в космосе, изучению которого она посвятила всю свою жизнь. Ее именем названы одно из звездных скоплений, а также одна из малых планет. Кроме того, существует малая планета, названная в честь самой обсерватории – 4964 Kourovka.

Визит в космодром Плесецк в рамках конференции ВНКСФ-19

6 апреля 2013 года, сразу после окончания конференции ВНКСФ-19 в Архангельске, состоялся визит студентов-физиков и молодых ученых на космодром Плесецк в рамках программы АСФ России «Визиты студентов-физиков и молодых ученых в научно-технические центры России».

Задолго до конференции, еще в декабре 2012 года, АСФ России и оргкомитет ВНКСФ-19 написали письмо с просьбой о посещении космодрома на имя его руководства и получили положительный ответ. Затем, в период с января по март 2013 года, во время приема заявок на участие в конференции, около 60 участников Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых выразили желание посетить космодром, несмотря на то, что это влекло за собой задержку в Архангельске еще на двое суток.

Визит на космодром начался сразу после окончания ВНКСФ-19, ранним утром 6 апреля 2013 года. Накануне, кстати, состоялось официальное торжественное закрытие конференции и прощальный фуршет, многие почти не спали. Но не только и не столько поэтому поездка на космодром стала не из легких: нам предстояла поездка длиной более 300 км в один конец на автобусе, при этом около половины пути по грунтовой дороге, покрытой мелкими волнами из спрессованного снега и льда. По пути нам попался большой специальный транспорт, который перевозил большую металлическую ферму из Архангельска на космодром (очевидно, для комплекса РН «Ангара»)… В это время года в Архангельской области еще зима, снег только-только начинает таять. Был отрезок, где на протяжении почти 80 км не было ни одного населенного пункта и оборудованной остановки – только тайга и сугробы высотой по пояс (то есть была проблема с туалетом) и приличная тряска, пробивающая даже рессоры автобуса марки «Мерседес», который ехал здесь не быстрее 20-30 км в час. Достаточно сказать, что, выехав из санатория Беломорье в 9.00, мы прибыли в город Мирный только в 16.00! Обратный путь начался в поселке Плесецк примерно в 22.00. Там часть группы осталась для посадки на поезд и там же мы с большим трудом нашли магазин с едой (группа не ела практически сутки, были только взятые оргкомитетом бутерброды и вода на всех). А обратно мы вернулись только 7 апреля в 4.30 утра! Позднее мы узнали, что вообще то этой дорогой редко кто приезжает. Но никто из состава группы не жаловался – все терпеливо переносили невзгоды и считали это поездку одной из самых больших удач в своей жизни. Потому что они увидели настоящий космодром.

Пока мы ехали, служащие космодрома терпеливо ждали нас целый день! И вот наконец поселок и станция Плесецк, большая пробка перед шлагбаумом и весенняя грязь с лужами. В общем, унылый вид. Еще несколько километров, и мы подъехали к городу Мирный. У КПП на въезде в ЗАТО «Мирный» нас встретил **начальник научно-исследовательской лаборатории космодрома *Владимир Михайлович Саенко***, который сопровождал и рассказывал нам о городе Мирном и космодроме на протяжении всей программы, но затем — непосредственно на самих посещаемых объектах — о них рассказывали служащие данного объекта.

Город Мирный по сравнению с поселком Плесецк — это как «небо и земля». Чистые, аккуратные улицы, опрятные фасады домов. Много скверов и газонов, можно себе представить, как здесь красиво летом. Вокруг много новостроек – город динамично развивается! Для меня это было тем более удивительно, потому что на Байконуре уже давно такого не увидишь…

С самого начала мы посетили музей космодрома, который расположен в Доме Офицеров, на центральной площади города. Музей оставил самые приятные впечатления и по своему уровню (конечно не по масштабам), на мой взгляд, не уступает музеям космодрома и города Байконур. В нескольких вместительных залах музея разместились экспонаты по типам ракетоносителей, стартовавших и стартующих с космодрома (модели ракет, космических аппаратов, раритеты в виде отдельных частей ракет, личных вещей исторических лиц и другое). Особенно всех впечатлили объемная карта – стенд космодрома (такая же есть в музее на Байконуре, но гораздо больших размеров) и диорама с пусковой установкой № 1. А вот такого на Байконуре нет. Здесь многие из нас, осматривая диораму, уже пытались себе представить ближайшее будущее – посещение этого комплекса наяву.

После часовой экскурсии в музее мы отправились на территорию космодрома. …сколько раз я ездил из города Байконур на космодром, любуясь дальними панорамами степей и площадок между ними, где путь от КПП до 2-й площадки занимал почти 40 минут...

А тут – сплошная стена леса и кроме нее ничего не видно! И вроде бы те же 40 минут, и та же, идущая параллельно, железная дорога для мотовозов, но какие разные ощущения! Здесь как будто все уютнее и незаметнее, но дорога кажется дольше, а объекты появляются как бы внезапно, словно выглядывая на дорогу в местах развилок и опушек леса. Перед ними или поворотом на них, как правило, стоит небольшая стела или какой-то необычный знак, по которому можно определить – куда идет эта дорога. Кстати, по качеству дорожное покрытие здесь заметно лучше, чем на юге. Наверное и звери есть, но я не успел уточнить (впрочем, на Байконуре также можно встретить верблюда, лисицу, сурка, здесь наверное также лисица, заяц, рысь, возможно волки).

На космодроме мы посетили четыре объекта: стартовый комплекс «Союз-2», монтажно-испытательный корпус (или, как здесь говорят – «техническая часть») «Союз-2», далее Центр испытаний и применения космических средств (по сути также – МИК, ранее относившийся к комплексу «Зенит», а теперь – РН «Ангара») и в конце программы визита мы посетили строящийся «Универсальный стартовый комплекс «Ангара».

На самый первый объект нашего посещения - стартовый комплекс «Союз-2» автобус выруливал очень долго, аккуратно приближаясь к позиции по чистым, до асфальта отчищенным дорожкам с квадратными снежными брустверами. Кто сделал такую красоту стало понятным, после того, как мы вышли из автобуса у КПП – вокруг наводили порядок…солдатики! «Сколько времени прошло и ничего не изменилось!» - с улыбкой подумал я и сделал пару снимков того, как один молодой воин подкрашивал основание монумента.

И вот он – стоит перед нами – один из самых первых стартов этого космодрома! Это по сути копия «Гагаринского старта», или 31-й площадки, но самое главное отличие бросается сразу в глаза – он синего цвета! И вокруг не степь, а лес! И карьера нет, а газы

уходят сразу вниз – в естественное снижение рельефа – к речке Емца. Все – предельно просто. Здесь очень подробно о стартовом комплексе, его технических особенностях и его истории нам **рассказал старший инженер службы вооружения, *капитан Николай Дворядкин*** (подробнее о технических особенностях стартового комплекса смотрите в описании площадки – 31 Байконура в данном издании). Позже почти все пришли к выводу, что было такое ощущение, что почти где-то его видели. Рассказ был очень интересным. Затем состоялась просто грандиозная фотосессия, после которой мы еще остановились у стенда с историей запусков этого комплекса.

Площадка № 43 — пусковая площадка на космодроме «Плесецк» использовавшаяся с начала 1960-х годов для запусков полезной нагрузки с помощью ракет-носителей семейства Р-7. Она состоит из двух пусковых установок: 43/3 и 43/4 (мы были на этой). Первоначально площадка была построена для запуска ракет Р-7А «Семёрка». После снятия «семёрки» с боевого дежурства, комплекс стал использоваться на запусках ракетоносителей «Союз» (11А511), с 1973 года – «Союз-У», а в 2004 году, после глубокой модернизации, комплекс стал использоваться под ракетоноситель «Союз-2» (14А14). Первый пуск состоялся 26 июня 1967 года, крайний – 7 июня 2013 года (КА «Космос-2486). В конце 70-х годов с этого комплекса ЕЖЕМЕСЯЧНО запускалось по несколько носителей! Всего же произведено запусков – 111.

18 марта 1980 года на этой площадке произошла ужасная трагедия - авария с многочисленными человеческими жертвами при подготовке к пуску ракеты-носителя Восток-2М.

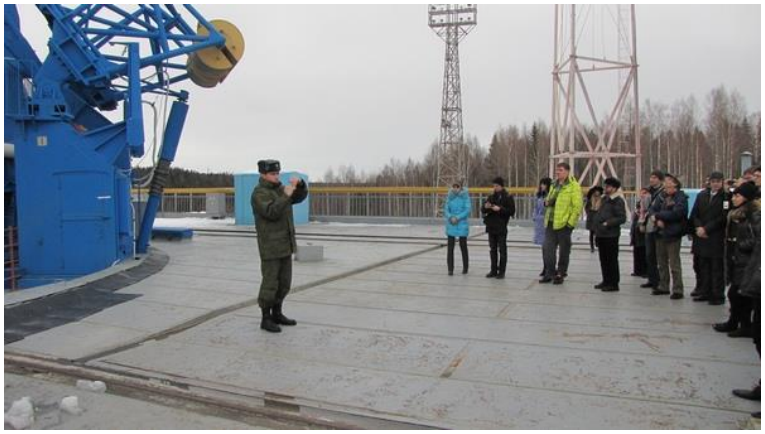
Накануне, 17 марта ракета была установлена на стартовом комплексе № 43/4. Автономные и генеральные испытания были пройдены без замечаний. К моменту взрыва 19 часов 01 минута, ракета уже была полностью заправлена керосином. Происходила заправка жидким кислородом и азотом. Завершалась заправка перекисью водорода.

По показаниям большинства очевидцев, первая вспышка произошла в районе третьей ступени (блок Е ракеты). Через несколько секунд произошёл взрыв ниже нулевой отметки и начался обширный пожар. Во время пожара произошло ещё 3-4 взрыва.

За 2 часа 15 минут до запланированного запуска произошёл взрыв. На момент взрыва в непосредственной близости от ракеты находился 141 человек. В пожаре погибло 44 человека. 43 человека получили ожоги различной степени тяжести и были доставлены в госпиталь, четыре человека впоследствии скончались.

Было выдвинуто девять версий причин катастрофы. Шесть версий основывались на взрыве перекиси водорода в нижней части ракеты. Три версии объясняли катастрофу локальным взрывом, наблюдавшейся вспышкой, в районе третьей ступени. Было установлено что в месте подключения заправочного шланга к баку с жидким кислородом третьей ступени, имелась течь, и расчёт намеревался устранить её обмотав стык мокрой тканью. И хотя фактически во время заправки ткань применена не была, комиссия заключила что

к катастрофе привёл «взрыв (воспламенение) пропитанной кислородом ткани в результате несанкционированных действий одного из номеров боевого расчета».



23 июля 1981 года удалось избежать аналогичной катастрофы. Было установлено, что катастрофа 1980 года была вызвана применением каталитически активных материалов при изготовлении фильтров перекиси водорода. Перекись начала разлагаться ещё в наземных магистралях. На сегодняшней день, однако, не сохранилось документальных подтверждений, что годом ранее были использованы аналогичные фильтры.

5 февраля 1996 года, на основании Акта межведомственной комиссии по дополнительному расследованию причин катастрофы 18 марта 1980 года, было подписано Решение №Н-4075 о реабилитации боевого расчета 1-го ГИК МО. В тексте решения указано, что катастрофа произошла не по вине личного состава боевого расчета космодрома.

«Союз-2» — семейство трёхступенчатых ракет-носителей среднего класса, созданное на основе ракеты-носителя «Союз-У» путём глубокой модернизации. Разработку произвело ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» (г.Самара). Масса полезной нагрузки выводимой на низкую орбиту Земли — от 2 800 кг до 9 200 кг в зависимости от модификации и точки запуска. Является частью семейства ракет-носителей Р-7. Проектное название — «Русь». Первый старт 8 ноября 2004, крайний – 6 июня 2013. Всего запусков – 18, из них один аварийный. Имеет две модификации: 2а и 2б. После ввода в эксплуатацию «Союз-2» ракеты «Союз-У», «Союз-ФГ» и «Молния-М» могут быть заменены на одну универсальную ракету-носитель «Союз-2.1б».

Количество ступеней – 3, длина 51,1 метра, диаметр по первой ступени – 10,3 метра, стартовая масса 313 тонн. Горючее – керосин, жидкий кислород.

«Союз-2.1а» - первая модификация предусматривала замену двуханалоговых систем управления на единую цифровую российского производства, что позволило значительно повысить точность выведения, устойчивость и управляемость ракеты, кроме того снизило зависимость от импортных комплектующих при производстве РН. Применение новой системы управления позволило использовать увеличенные головные обтекатели и соответственно увеличить габариты полезной нагрузки. Новая система управления распределена по всей ракете: на третьей ступени установлены БЦВМ, навигационные приборы и оборудование преобразования информации с датчиков и формирования команд для элементов управления третьей ступени, оборудование преобразования информации с датчиков и формирования команд для элементов управления остальных блоков (центрального и боковых) размещены непосредственно в этих блоках, преобразовательное оборудование связано с БЦВМ по кодовым линиям связи.

На этом этапе предусмотрено также использование модернизированных (относительно «Союз-У») двигателей на блоках первой и второй ступеней — с целью повышения эффективности двигателей применены новые форсуночные головки, обеспечивающие более эффективное смесеобразование, что приводит к увеличению выводимой полезной нагрузки (на низкую орбиту) примерно на 300 кг. Конструкция третьей ступени рассчитана на применение обоих типов двигателей, как РД-0110, использовавшийся и на предыдущих модификациях, так и на РД-0124. Соотношение объёмов баков О и Г изменено с учётом требований для двигателя РД-0124, в результате чего бак керосина приобрёл слегка «чечевицеобразную» форму. Данная модификация может применяться как самостоятельно, так и с использованием разгонного блока «Фрегат».

«Союз-2.1б» - здесь, по сравнению с вариантом «Союз-2.1а», в качестве двигателя третьей ступени используется РД-0124 разработки КБ Химавтоматики с повышенным удельным импульсом до 359 с и улучшенной управляемостью за счёт возможности изменения вектора тяги основных камер вместо применения малоэффективных рулевых сопел на затурбинном («мятом») газе. Применение другого типа горючего (керосин РГ-1 вместо керосина Т-1) привело к изменению соотношения объёмов заправляемых компонентов и, как следствие, к переработке конструкции блока И. Данная модификация может применяться как самостоятельно, так и с использованием разгонного блока «Фрегат». Данная модификация проще (содержит меньше элементов) чем 1а, из-за применения более совершенного двигателя и способна заменить 1а во всех вариантах применения.

Её недостатки проистекают из её преимуществ: новый двигатель делает модификацию дороже из-за необходимости окупания затрат на ОКР, он заметно более материалоёмок, и он же не позволяет распространить статистику успешных пусков «Союз-У» и «Союз-ФГ» на данную модификацию ракеты, что пока не позволяет применять её в особо ответственных областях, например, в пилотируемой космонавтике.

С точки зрения конструкции стартовых комплексов, его запуск возможен с любого стартового комплекса, предназначенного для запуска ракет-носителей семейства Р-7 после установки специфического для «Союз-2» оборудования и прокладки соответствующих кабельных связей. К основным недостаткам следует отнести то, что из-за исторического использования поворотного стартового стола отсутствие автоматизации операций по заправке РН, ручная стыковка электро- и пневмосоединений при установке РН на старт, что требует большое количество обслуживающего персонала и увеличивает влияние человеческих ошибок при подготовке к запуску РН. При этом наличие поворотного круга для РН «Союз-2» не требуется, поскольку «Союз-2» совершает поворот на начальном участке траектории выведения.

После стартового комплекса мы посетили монтажно-испытательный комплекс (или, как его здесь называют – «техническая часть»), который обслуживает сразу два стартовых стола. Здесь привозимые в отдельных контейнерах ступени ракетоносителей стыкуются, превращаясь в один большой ракетоноситель. Сюда же доставляются космические аппараты, которые здесь же, в отдельном секторе МИКа, заправляются топливом и монтируются в головной обтекатель (существует несколько видов обтекателей, в зависимости от типа космического аппарата и наличия разгонного блока), формируется т. н. «головная часть» ракетоносителя с «полезным грузом». После этого

головная часть стыкуется с ракетоносителем и вывозится на стартовую позицию. Здесь, разумеется, соблюдается высокий уровень чистоты и даже «стерильности», применена технология антистатического полового покрытия, специального освещения.

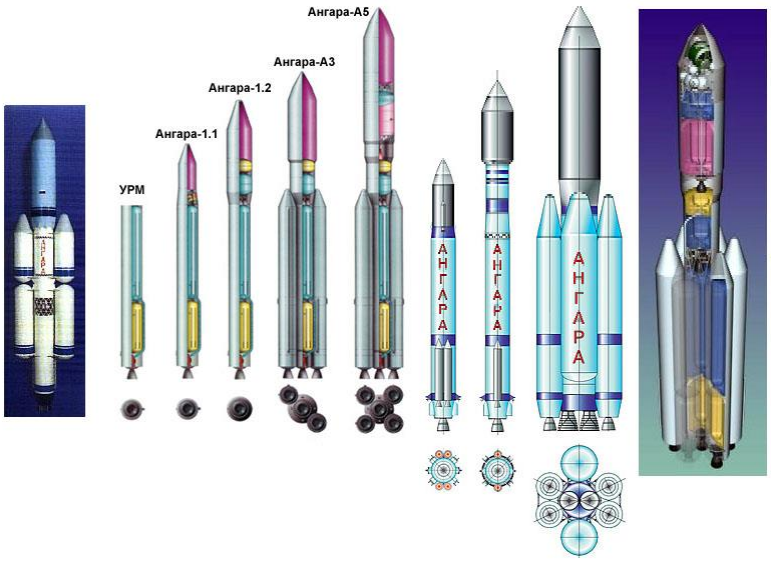
В тот момент, когда мы там находились, велась подготовка к запуску РН «Союз-2.1б» с разгонным блоком «Фрегат» для вывода на орбиту нескольких спутников системы «ГЛОНАСС» 26 апреля 2013 года. К сожалению нам не дали разрешения производить здесь фотосъемку, но всем очень понравился рассказ специалистов о деятельности, впечатления от посещения самые положительные.

Вторая половина визита на космодром была целиком посвящена теме перспективного ракетоносителя «Ангара». Сначала, после небольшого переезда, мы оказались в Центре испытаний и применения космических средств (бывший МИК РН «Зенит»), где увидели готовящийся к установке на стартовый комплекс макет РН «Ангара». Экскурсию – лекцию по комплексу проводил ***начальник испытательного отдела подполковник Вадим Боровиков***. Здесь поначалу отношение к нам было несколько «прохладным» (стоять только здесь, дальше не ходить, вопросы потом…), но затем, в процессе рассказа, вопросов и обсуждений, мы все-таки прошлись по всему корпусу, подробно осмотрели макет. Стало понятно, что наша группа все-таки понравилась принимающей стороне. Особое внимание мы, конечно, уделили перспективам ближайшего старта РН «Ангара». Данный макет, в частности, в ближайшее время должен был быть установлен на стартовый стол с целью отработки всех систем комплекса в тестовом режиме. В ближайшее время также планировалась доставка легкого варианта РН «Ангара» с последующим запуском.

И вот наконец мы подъехали к последнему – самому загадочному — объекту нашего визита на космодром. Этому объекту, который еще почти никто никогда не видел, с принципиально новой конструкцией обслуживающих ферм, мы сразу дали прозвище «Халк». Это действительно новое поколение космической техники, такой конструкции я нигде еще не видел! И был приятно удивлен достаточно высокой степени готовности стартового комплекса, еще вчера думая об «Ангаре», как еще об очень далекой перспективе.

Лекцию – экскурсию о стартовом комплексе «Ангара» нам проводил самый терпеливый специалист космодрома, который ждал нас до семи часов вечера (!) - начальник лаборатории - ***заместитель начальника испытательного отдела подполковник Андрей Мороз.***

РН «Ангара» - семейство разрабатываемых ракет-носителей модульного типа с кислородно-керосиновыми двигателями, включающее в себя носители четырёх классов — от лёгкого до тяжёлого — в диапазоне грузоподъёмностей от 1,5 («Ангара 1.1») до 35 («Ангара А7») тонн на низкой околоземной орбите (при старте с космодрома «Плесецк»). Головным разработчиком и производителем РН семейства «Ангара» является Государственный космический научно-производственный центр имени М. В. Хруничева.



Семейство ракет-носителей «Ангара» - это новое поколение носителей на основе универсального ракетного модуля с кислородно-керосиновыми двигателями. Различные варианты «Ангары» реализуются с помощью различного числа универсальных ракетных модулей (УРМ) (УРМ-1 — для первой ступени, УРМ-2 — для второй и третьей) — один модуль для носителей лёгкого класса («Ангара 1.1» и 1.2), три — для носителя среднего класса («Ангара А3») и пять — для носителя тяжёлого класса («Ангара А5»). В качестве верхних ступеней на ракете легкого класса «Ангара 1.2» применяется разгонный блок «Бриз-КМ» прошедший летные испытания в составе конверсионного носителя «Рокот», а на ракете «Ангара-А5» - разгонный блок «Бриз-М» и КВТК.

Длина УРМ составляет 25,1 м, диаметр 2,9 м, масса с заправленным топливом 149 тонн.

Универсальный ракетный модуль на компонентах O_2+керосин представляет собой законченную конструкцию, состоящую из баков окислителя и горючего, соединенных проставкой, и двигательного отсека. Каждый универсальный модуль оснащается одним мощным жидкостным реактивным двигателем РД-191.

РД-191 создается на базе четырехкамерного двигателя, применявшегося на ракете-носителе «Энергия», и ныне применяемого двигателя ракеты-носителя «Зенит» (РД 170, 171 – самые мощные из когда-либо созданных жидкостных двигателей в мире, на базе этого двигателя также создан двигатель РД-180, используемый сейчас на американском носителе «Атлас»).

Основной целью создания «Ангары» была возможность для ГКНПЦ им. Хруничева занять почти весь российский рынок космических запусков, создав на основе УРМ единую замену для большинства существующих типов РН, созданных в СССР: «Протон» (вместо него «Ангара» А5, А7), «Зенит-2» (производится на Украине, вместо него «Ангара А3»), «Циклон-2/3» (снят с производства на Украине, вместо него «Ангара А1.2») и «Космос-3М» (вместо него «Ангара А1.1»). Без замены оставалось бы только семейство ракет-носителей типа Р-7 («Союз»/«Молния») и небольшие носители.

В апреле 2012 года Центр судоремонта «Звёздочка» успешно провёл заводские испытания первого — агрегата лёгкого класса весом 197 т, из двух транспортно-установочных агрегатов, для стартовых комплексов РН «Ангара». Оборудование предназначено для транспортировки и установки ракет лёгкого и тяжёлого классов на старте.

Первый запуск РН «Ангара» был запланирован с космодрома «Плесецк» на 2005 год. Но затем он был многократно перенесён: на 2011 год, на 2012 год, 2013 год, а теперь уже на 2014 год. К настоящему времени это девятый перенос первого запуска РН.

Эксплуатационные и энергетические характеристики ракет-носителей семейства «Ангара» находятся на таком уровне, который позволяет достаточно успешно конкурировать на международном рынке с лучшими образцами ракетно-космической техники. Широкое использование в данном проекте унификации, вместе с применением самых передовых технологий производства, позволит обеспечить «Ангаре» более низкую (в сравнении с мировыми аналогами) себестоимость

выведения в космос полезной нагрузки в достаточно широком диапазоне орбит. Ракета-носитель «Ангара» производится с очень большим использованием полимерных композиционных материалов, так доля композитов в данной ракете на 20% выше, чем в «Протоне-М». При этом свойства используемых материалов удалось увеличить практически в 2 раза. Экологичность по сравнению, например с РН «Протон», где в качестве топлива используется гептил.

Первым местом старта ракет «Ангара» в России будет космодром «Плесецк». Уникальные технические решения, реализованные в данном семействе ракет и конструкции самого стартового комплекса, **позволяют с одной пусковой установки производить запуски всех типов ракет семейства «Ангара».**

Именно эта особенность стартового комплекса – способность обслуживать все типы ракет семейства «Ангара» – и делает конструкцию радикально отличающейся от остальных существующих комплексов. Об этом мы говорили наиболее подробно. Оригинальность конструкции этого комплекса в том, что фермы никуда не отходят (как на «Союзе») и не уезжают (как на «Протоне») и они не отсутствуют (как на «Зените»). Они есть и когда ракетоноситель встает на стартовый стол перед фермой (вывозится на старт также в лежачем положении), то «руки», а точнее наверное «лапы», или даже фермы из раздвинутого состояния переходят к вращению и «обнимают» РН, да так и держат его до самого пуска. При этом если встает «Ангара» маленькая, то длина «лап» меняется под нужный диаметр и поэтому разной мощности носитель (и соответственно разного диаметра) может стартовать с одного и того же места. Все просто. Но это кажется. Когда мы осматривали эту конструкцию, то очень сложно было себе представить например, какой гидравликой должна обладать вся эта система, чтобы эти элементы («лапы Халка») так просто вращались!

Но, если фермы стартового комплекса представляют из себя очень оригинальную конструкцию, то в остальном это СК действительно представляет собой недостроенный в свое время комплекс «Зенита»: аналогичной конструкции бетонный «стол», вывод газов, лаконичность во всем.

Уже начинало темнеть, когда мы заканчивали посещение этого грандиозного объекта, фото уже получались не совсем качественными, большинство группы, особенно девушки, изрядно продрогли. Но все были довольны! Потом мы еще почти час выезжали с территории космодрома, тепло попрощались с нашими ведущими и взяли курс на поселок Плесецк. Там мы еще немного задержались для поиска продуктов и проводили часть наших товарищей на поезд и только после 22:00 поехали назад в Архангельск…

Это был одна из самых удачных программ визита АСФ России за все годы.

Ассоциация студентов-физиков и молодых ученых, оргкомитет конференции ВНКСФ – 19 выражают признательность руководству космодрома Плесецк и лично его начальнику Нестечуку Николаю Николаевичу за разрешение посетить космодром, а также огромную благодарность служащим космодрома и лично Саенко Владимиру Михайловичу за терпение и радушный прием!

Это поездка запомнится нам на всю жизнь. Спасибо!

Космодром «Плесецк»

Космодром «Плесецк» расположен в 180 километрах к югу от Архангельска неподалеку от железнодорожной станции «Плесецкая» Северной железной дороги. Располагаясь в лесах российского севера, на слегка холмистой равнине, он занимает площадь 1762 квадратных километра, простираясь с севера на юг на 46 километров и с востока на запад на 82 километра с центром, имеющим географические координаты 63 градуса северной широты и 41 градус восточной долготы. Климат - резко континентальный, неустойчивый, холодный. Как космодром имеет сложное географическое положение. Среди ныне действующих космодромов Плесецк является самым северным космодромом в мире.

Космодром был основан в 1960 году как первая отечественная ракетная база МБР Р-7 и Р-7А (объект «Ангара»). При выборе местоположения в первую очередь учитывались досягаемость территорий вероятных противников, возможность проведения и контроля испытательных пусков в район Камчатки и необходимость в особой скрытности и секретности.

Нужно было найти такое место для размещения ракетных частей, чтобы будущие стартовые комплексы размещались как можно дальше от южных границ, вдоль которых разворачивалось строительство американских военно-воздушных баз. Если разместить ракеты в европейской части страны или в Западной Сибири, то они будут стартовать против вращения Земли. Это уменьшает дальность полета головной части, которая была и так значительно меньше расчетно-теоретической. Кроме того, в то время крупногабаритные ракетные блоки могли быть доставлены только по железной дороге и, следовательно, стартовые комплексы не должны были размещаться далеко от железнодорожной ветки. Выходом из положения могло быть размещение в северных широтах с боевым вектором атаки (курса) МБР через Северный полюс.

И такое место было найдено. Это был Плесецкий район Архангельской области. Работы, конечно, были несколько затруднены из-за природных условий (тайга, болота), но та же самая тайга давала надежное укрытие стратегическому объекту: до 1966 года американская разведка практически ничего толком не знала о существовании в этих местах соединения стратегических ракет. Об этом можно сделать вывод по ряду косвенных фактов. В частности, на графике интенсивности запусков американских разведывательных спутников есть два ярко выраженных максимума: 1962 год - "Карибский кризис" и 1966 год - начало запусков спутников с архангельской земли.

11 января 1957 года было принято Правительственное постановление № 61-39 о создании военного объекта с условным наименованием «Ангара» - первого соединения межконтинентальных баллистических ракет (МБР). К тому времени в КБ С.П. Королёва уже была завершена разработка и полным ходом шла подготовка к летным испытаниям межконтинентальной ракеты Р-7.

В марте 1957 года к месту строительства прибыли первые 4500 военных строителей и в апреле началась расчистка строительного участка и земляные работы на будущей стартовой позиции. Начинать работы военным строителям пришлось в тяжелейших, но привычных для них условиях. По сложившейся традиции («хотели как лучше, а получилось как всегда») основные сооружения начали строить еще до того, как проложили автомобильные дороги. Весна, тает снег, поэтому грунтовые дороги в это время на Севере малопроходимы, и техника доставлялась буквально на руках, а не на колесах.

Космодром Плесецк имеет совершенно чёткую дату рождения. 15 мая 1957 года на Южном полигоне (ныне космодром «Байконур») начались летные испытания ракеты Р-7. Начались они неудачно - первые два пуска были аварийные. Наверное этим и объясняется некоторая задержка в назначении будущего ракетного соединения. 10 июля был подписан приказ МО СССР № 01635 о назначении командиром соединения офицера-фронтовика гвардии полковника Михаила Григорьевича Григорьева, который **15 июля 1957 года** подписал приказ № 1 о вступлении в должность. День подписания приказа и стал днем рождения ракетного соединения - ракетного полигона - северного космодрома «Плесецк» и отмечается как его ежегодный праздник.

С 1957 по 1964 г. на севере в кратчайшие сроки были возведены стартовые и технические позиции и поставлены на боевое дежурство ракетные комплексы с межконтинентальными баллистическими ракетами. В феврале 1959 года объект «Ангара» преобразуется в «3-й Учебный артиллерийский полигон». До конца 1964 года были построены, введены в эксплуатацию и поставлены на боевое дежурство четыре пусковых установки ракет Р-7А, три пусковых установки для ракет Р-9А и семь пусковых установок для ракет Р-16У. В начале 1960-х годов возникла необходимость расширения масштабов космической деятельности СССР, с 1964 года на базе ракетного соединения началось создание Научно-исследовательского испытательного полигона ракетного и космического вооружения.

Космическую деятельность ведет с запуска КА «Космос-112» 17 марта 1966 года (РН «Восток-2»). 4 ноября 1966 года 53-й НИИП проявил себя в новом качестве — как испытательный полигон стратегических ракетных комплексов — начались лётные испытания первой отечественной твердотопливной ракеты РТ-2 межконтинентальной дальности.

Начиная с 1968 года космодром включился в выполнение международных космических программ. 4 апреля 1972 года впервые в СССР с космодрома был запущен малый французский космический аппарат МАС-1.

В июле 1992 года были созданы Военно-космические силы. В июле 1993 года Центр испытаний и применения космических средств был преобразован в Главный центр испытаний и применения космических средств, в состав которого вошли два испытательных управления.

11 ноября 1994 года на базе Главного центра испытаний и применения космических средств создан 1-й Государственный испытательный космодром МО РФ в составе Военно-космических сил. 15 декабря 1997 года преобразован в 1-й Государственный испытательный космодром Минобороны РФ в составе ракетных войск стратегического назначения. И, наконец, 24 марта 2001 года Указом Президента РФ созданы Космические войска. С 1 июля 2001 года космодром выведен из состава РВСН и включён в состав Космических войск РФ. Сейчас входит в состав войск противовоздушной и

космической обороны. Ходило также «мнение» о передаче в ведомство Федерального космического агентства, но, вероятно, это всего лишь слухи.

К сожалению, имеются в истории космодрома Плесецк и черные страницы. Так, 26 июня 1973 года 9 человек погибли в результате взрыва ракеты «Космос-3М», готовой к запуску. 18 марта 1980 года 48 человек погибли во время заправки и подготовительных работ в результате взрыва ракеты «Восток-2М» вместе со спутником. 15 октября 2002 года ракета Союз-У, несущая спутник Европейского космического агентства «Фотон-1», взорвалась на стартовой площадке; один человек погиб.

Космодром Плесецк сегодня имеет стационарные технические и стартовые комплексы всех типов отечественных ракет-носителей легкого и среднего класса («Союз-У», «Союз-2», «Рокот», «Циклон», «Космос», «Тополь»). В его составе: стартовые комплексы с пусковыми установками ракет-носителей, технические комплексы подготовки ракет космического назначения и космических аппаратов (МИКи), многофункциональная заправочно-нейтрализационная станция (ЗНС) для заправки ракет-носителей, разгонных блоков и космических аппаратов компонентами ракетного топлива и другие объекты. Всего 1473 здания и сооружения и 237 объекта энергоснабжения.

Основные виды транспорта внутри территории космодрома – железнодорожный (т.н. «мотовозы») и автомобильный. Железнодорожная сеть космодрома Плесецк - одна из крупнейших в России ведомственных железных дорог. От железнодорожной станции Городская, расположенной в городе Мирный, ежедневно отправляются пассажирские поезда по нескольким маршрутам. Протяжённость самого дальнего из них составляет около 80 километров. На космодроме имеется военный аэродром «Перо», способный принимать в том числе самолеты класса ТУ-154, ИЛ-86.

Ведется строительство стартовых и технических комплексов для ракеты-носителя "Ангара" на базе бывшего комплекса РН «Зенит». Стартовый комплекс РН «Союз» № 4 (войсковая часть 14056, площадка 43) прошел модернизацию под РН «Союз-2».

Космодром обеспечивает часть российских космических программ, связанных с оборонными, а также народохозяйственными, научными и коммерческими пусками непилотируемых космических аппаратов. Обеспечивает основную часть космических программ, связанных с оборонными, народохозяйственными, научными и коммерческими пусками непилотируемых КА.

В 1970-80-х годах здесь производилось до 40% мировых космических запусков. Всего с космодрома Плесецк осуществлено более 1600 запусков РН и выведено на орбиту свыше 1950 КА, в том числе военного назначения. Испытано и принято в эксплуатацию 10 видов РН,11 ракетных комплексов, более 30 типов КА.

С 1970-х годов и до начала 1990-х космодром Плесецк удерживал мировое лидерство по числу запусков ракет в космос (с 1957 по 1993 год отсюда было осуществлено

1372 запуска, тогда как с находящегося на втором месте Байконура — только 917). Однако начиная с 1990-х годов ежегодное количество запусков с Плесецка меньше, чем с Байконура.

За большие заслуги в деле освоения специальной техники и укрепления обороны страны космодром Плесецк награжден орденами Красного Знамени (22 марта 1968 года) и Трудового Красного Знамени (18 января 1977 года).

Действующий командир космодрома - ***полковник Нестечук Николай Николаевич.***

Интересный факт: еще по Байконуру нам известно в добром смысле суеверие ракетчиков и особенно тех, кто связан с пилотируемым космосом. Здесь нет пилотируемых запусков, но есть несколько своих «железобетонных» традиций. Одна из них началась случайно. Однажды кто-то на покрытом инеем ракетоносителе написал слово «Таня». Старт был удачным. Возможно это произошло вскоре после аварийного запуска. С тех пор слово «Таня» пишут всегда. Говорят, что однажды забыли и чуть не случилась авария… Так на Плесецке все ракеты «Союз» стали «Танями».

Сайт космодрома: http://www.plesetzk.ru

Город Мирный.

Ми́рный — ЗАТО, город (с 1966) в Архангельской области РФ, место расположения космодрома Плесецк. Город Мирный расположен на Онего-Двинской равнине, в 8-ми км от районного центра Плесецк, на берегу озера Плесцы. Площадь города — 5081 га. Мирный граничит с тремя районами: Виноградовским, Плесецким, Холмогорским. Координаты Мирного: 62º30' северной широты, 40º20' восточной долготы. Образует муниципальное образование (городской округ) «Мирный» со статусом закрытого административно-территориального образования. Прежние названия: Ленинград-400, Ленинград-300, Мирный-12. Население 30600 человек (на 2013 год). Площадь города — 5081 га. День города отмечается ежегодно 15 июля.

До прихода космодрома на южной оконечности города располагалась деревня Плесцы с почтовой станцией. Деревня была основана в 1730-е годы. В 1957 году деревню расселили. Позднее, в 1974 году, на её месте был установлен мемориал погибшим во время пуска ракеты военным. На северной оконечности города с 1925 по 1958 год действовал Канифольный завод с одноимённым поселком.

Своим рождением и становлением город Мирный обязан космодрому Плесецк. 09.07.1958 (распоряжение Совета Министров РСФСР и областного Совета депутатов трудящихся Архангельской области) с территории, отведенной под строительство стартовых комплексов полигона, было переселено 3920 человек из 18 населенных пунктов. Одновременно со строительством основных технологических объектов началось создание объектов культурно-бытового назначения. В 1957 году был построен

роддом, начал работу промкомбинат, открылась столовая. В июне 1958 года военные строители приступили к возведению капитальных жилых домов. 23.11.1960 (решение Архангельского облисполкома) был образован посёлок Мирный. 02.02.1966 посёлок Мирный был преобразован в закрытый город областного подчинения. Долгие годы и космодром, и сам Мирный были скрыты глухой завесой секретности. Первая публикация о космодроме и городе появилась в центральной прессе в 1983 году в газете «Правда».

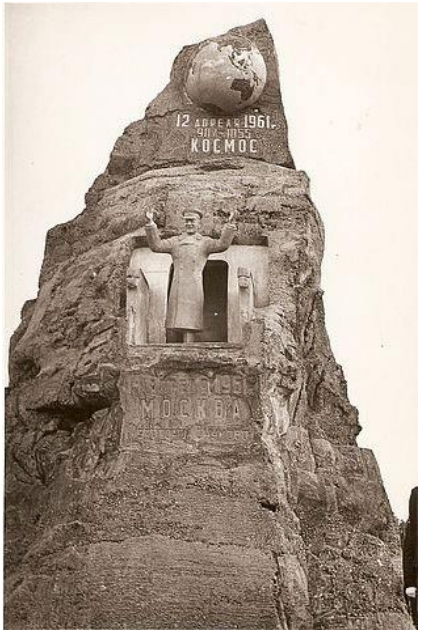
В Мирном находятся 8 детских садов, 5 школ, техникум, ряд филиалов высших учебных заведений, дом детского творчества, детско-юношеская спортивная школа, детская школа искусств, две библиотеки, кинотеатр «Планета», городская больница и поликлиника. На территории города размещается розничная торговая сеть, состоящая из 165 магазинов и павильонов, мелкорозничная сеть представлена 81 киоском, функционирует 7 аптек, 14 предприятий общественного питания, бытовым обслуживанием мирян занимается более 40 предприятий, введен в эксплуатацию крытый универсальный рынок.

Градообразующим предприятием является Первый Государственный испытательный космодром Министерства обороны Российской Федерации (1-й ГИК МО РФ). На территории ЗАТО расположены управление космодрома, военных строителей, ряд воинских частей, вычислительный центр, узел связи, военный госпиталь, гарнизонный дом офицеров.

Сайт города: http://www.mirniy.ru

Интересный факт: на берегу озера Плесцы, прямо в скале есть уникальный памятник Юрию Гагарину. Сейчас этот памятник выглядит иначе, чем при постройке.

Памятник представлял собой величественную скалу, которую венчал глобус и всем известная дата – 12 апреля 1961 года. Примерно на середине скалы был запечатлен исторический для космонавтики момент - выход Юрия Гагарина из самолета в аэропорте Внуково (Москва) 14 апреля 1961 года, куда он прибыл с Байконура и где его ждал грандиозный прием. Первый космонавт двумя руками приветствует восхищенную его великим свершением Родину и весь мир… Рядом с памятником, на фронтоне пьедестала, были нарисованы награды Юрия Гагарина - Звезда Героя Советского Союза, Орден Ленина, почетный знак «Летчик-космонавт СССР».



Памятник, без сомнения, был интересным, но почему-то миряне над ним подшучивали и давали всякие прозвища. Кому-то Гагарин напоминал милиционера, кому-то санитара – зимой, когда на фуражке собирался снег. Но самая распространенная ассоциация – часы с кукушкой.

В 1987 году этот памятник стал выглядеть по-другому – устремленные ввысь 3 ракеты на многометровом постаменте. Называется он теперь Стела испытателям ракетной и космической техники, а в народе именуется не иначе как «Три пера». Когда памятник к 30-летнему юбилею города перестраивали, сделали и смотровую площадку с видом на озеро (раньше ее не было). Эта площадка впоследствии стала излюбленным местом для молодежи – на ней устраивались летние дискотеки.