

О ПЕРСПЕКТИВАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФИЦ ЕГС РАН И ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС» ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ЗАПУСКОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»

Виноградов Ю.А.

*Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»,
г.Обнинск, yvin@gsras.ru*

28 апреля 2016 года состоялся первый запуск с нового космодрома «Восточный» в Амурской области. Ракета-носитель "Союз-2.1a" успешно вывела на орбиту три научных спутника - университетские спутники "Ломоносов" и "Аист-2Д", а также наноспутник SamSat-218.

Запуск любого космического аппарата, и этих в том числе, сопровождается падением на землю отделяющихся частей (ОЧ) ракет-носителей (РН) (отработавшие ступени, головные обтекатели, соединительные отсеки и т. п.), обеспечивающих их выведение на орбиты. Размеры и местоположение районов падения (РП) этих частей для каждой ракеты-носителя определяются требованиями к орбитам космических аппаратов (КА), их массой, энергетическими характеристиками РН. Места районов падения стараются располагать в местностях наименее заселенных и с отсутствием или минимальным ведением хозяйственной деятельности. Использование районов падения ОЧ РН осуществляется в соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации от 31 мая 1995 г. № 536 «О порядке и условиях эпизодического использования районов падения отделяющихся частей ракет» и от 24 марта 1998 г. № 350 «О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Российской Федерации от 31 мая 1995 г. № 536» и на условиях договоров, заключаемых Федеральным космическим агентством с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на территории которых находятся эти районы. Условиями договоров предусмотрено при каждом пуске РН проведение в районах падения мероприятий по обеспечению безопасности людей, экологическому мониторингу, охране окружающей природной среды и т.д.

С целью выполнения требований договоров аренды РП по максимальному снижению негативного воздействия запуска космических ракет на окружающую среду актуальной является задача максимально быстрого обнаружения ОЧ РН в штатных районах падения, а также фрагментов ракет в нештатных ситуациях. При аварии в первые десятки секунд после старта не отработавшие ступени вместе космическим аппаратом падают на земную поверхность вдоль трассы запуска. Такие аварии наносят значительный вред экологии, поэтому задача оперативного поиска и своевременного обеззараживания территории является очень актуальной. Кроме того, технологии и оборудование космических аппаратов представляют военную или коммерческую тайну, следовательно, необходимо в кратчайшие сроки обеспечить сохранность и секретность частей космических аппаратов, осуществить их сбор на местности и доставку Заказчику пуска. Также территория возможного падения растянута на несколько сотен километров вдоль трассы запуска и на несколько десятков километров поперек неё, обладает сложным рельефом, имеет возвышенности и впадины, леса, озера и болота, что создает значительные трудности при поиске мест падений с использованием традиционной авиавоздушной разведки, особенно в период неблагоприятных погодных условий. Проблема оперативного поиска упавших фрагментов космических аппаратов важна для всех наземных районов падения. Она более или менее удачно решается в Казахстане, где крупные фрагменты первых ступеней хорошо видны в степи. А вот остатки ступеней, падающие на Алтае, в Томской области и в республике Коми, находятся редко и с большим трудом. Они значительно меньше в размерах, падают в труднодоступной местности (тайга, горы, болота) и плохо заметны с воздуха. Аналогичная ситуация возникает и на Дальнем Востоке при запуске ракет с космодрома «Восточный».

Для уменьшения времени поиска упавших фрагментов можно и нужно применять геофизические методы регистрации, которые должны решать следующие задачи:

1. Обеспечить локацию мест падений ОЧ РН в штатных районах падения 1 и 2 ступеней с точностью ± 2 км, для оперативного поиска упавших фрагментов, их сохранности и своевременной утилизации, предотвращения возможных ЧП.
2. Обеспечить локацию мест падения фрагментов ракет-носителей и космических аппаратов в случае аварий при запуске, с точностью ± 15 км, для оперативного поиска упавших фрагментов, и обеспечения их сохранности.

Следует особо подчеркнуть, что только средства объективного контроля позволяют установить причинно-следственные связи между различными факторами, влияющими на размеры зоны рассеивания фрагментов, а также провести верификацию методик, теоретических методов и математических моделей, применяемых баллистиками для расчетов [2]. Кроме того, достоверное определение координат точек падения фрагментов отделяющихся частей ракет-носителей повышает оперативность их поиска, утилизации, локализации и ликвидации результатов негативного воздействия на окружающую среду, что в совокупности существенно снижает материальные затраты.

В настоящее время основной метод объективного контроля, применяемый в реальных условиях – метод визуального контроля, который весьма неточен и зачастую не может быть использован по причине плохой видимости из-за проведения запусков в ночное время или в неблагоприятных метеоусловиях. Более современным и очень точным является радиолокационный метод [6], который использовался для определения мест падения первой ступени РН «Союз» при первом пуске с космодрома «Восточный», однако его применение тоже имеет ряд ограничений: очень высокая стоимость, необходимость подготовки специальной площадки под установку, высокая энергозависимость, крайне низкая транспортабельность. Также, радиолокационные станции не могут быть применены в ряде случаев, когда есть опасность повреждения радиоизлучением электронной аппаратуры полезной нагрузки, выводимой ракетой-носителем. Для начального прицеливания радиолокационной станции требуется достаточно точная траекторная информация (в идеальном случае, получаемая в темпе полета РН, для чего необходим канал передачи внешнетраекторной информации «борт- радиолокационная станция»). В случае недостаточно точного прицеливания, задача слежения за снижающимися фрагментами может быть не только не решена, но и, наоборот, может быть причинен вред выводимой полезной нагрузке. Для работы радиолокационной станции требуется специальная обеспечивающая инфраструктура, позволяющая работать аппаратуре и персоналу в тяжелых климатических и погодных условиях. Очевидно, что при этом автономность работы радиолокационной станции не обеспечивается ни при каких условиях. Кроме того, стоимость радиолокационной станции с обеспечивающей инфраструктурой крайне высока (линейка цен радиолокационных станций фирмы Weibel Scientific A/S начинается от 4,5 млн. евро). В связи с этим разработка альтернативных, недорогих методов объективного контроля до сих пор является актуальной задачей.

Тот факт, что первые ступени ракет и особенно аварийные ракетоносители, имеющие значительную массу и высокую скорость падения, при контакте с земной поверхностью генерируют достаточно сильные сейсмические волны, позволяет применять инструментальные методы сейсмической локации для оперативного определения координат места падения. Работы, проводившиеся специалистами Кольского филиала Федерального исследовательского центра «Единая Геофизическая служба РАН» (КоФ ФИЦ ЕГС РАН) в районах падения 1-й ступени РН «Протон» и анализ сейсмограмм существующей сейсмической сети Казахского национального центра данных (КНДЦ) показали принципиальную возможность такой локации и позволили выработать методические подходы для разработки и создания комплекса сейсмического контроля трасс пусков в Республике Казахстан, изложенные ниже. На рисунке 1 приведен пример локации места падения РН «ДНЕПР» при аварийном пуске 26 июля 2006 года. Локация проводилась по 2 ближайшим к месту падения станциям КНДЦ «Акбулак» и «Каратау» расположенных в 550 км северо-западнее и 610 км юго-восточнее места падения соответственно. Хотя сигналы, зафиксированные на станциях, были достаточно слабые, в высокочастотном спектре уверенно выделяются фронты приходов Р-волны, а на горизонтальных каналах и S-волны, что позволило с достаточной точностью рассчитать эпицентр источника возбуждения сигнала в точке с координатами 46,47°с.ш. и 64,87°в.д. (координаты полуавтоматической локации показаны на вклейке в правом нижнем углу рисунка).

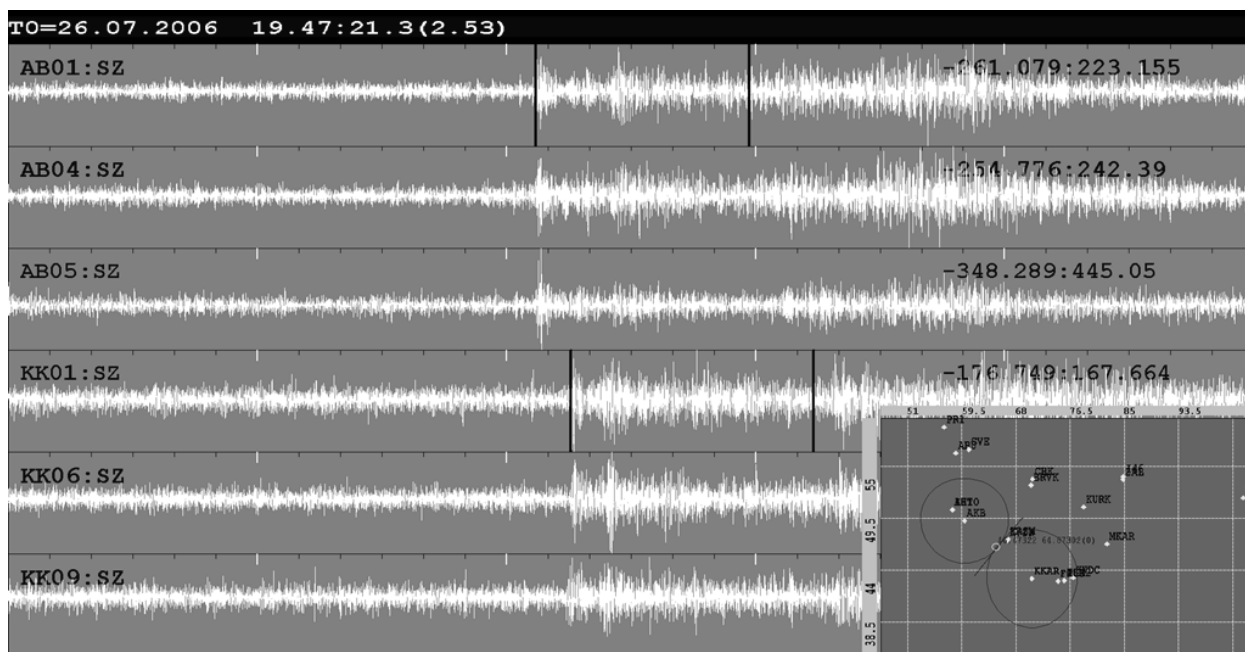


Рис.1 Локация события по двум станциям сейсмической сети Казахского национального центра данных: станция «Акбулак» – расстояние 550 км, станция «Каратау» - расстояние 610 км. На вклейке в правом нижнем углу отображены станции сейсмической сети и результат полуавтоматической локации – точка с координатами 46,47°с.ш. и 64,87°в.д.

Также в КоФ ФИЦ ЕГС РАН с 2002 г. проводятся наблюдения за распространением инфразвуковых полей в атмосфере при помощи стационарного сейсмоинфразвукового комплекса «Апатиты» [3]. За этот период составлен обширный каталог инфразвуковых сигналов природного и техногенного происхождения, таких как промышленные взрывы, инфразвук от сверхзвуковых самолетов, метеоров, северных сияний, сходов лавин и других. Также специалисты филиала неоднократно выезжали в районы падений фрагментов РН, где с помощью мобильных инфразвуковых групп отработывали методику инфразвуковой локации мест падения [1].

Для решения задачи поиска первых ступеней и аварийных РН предлагается использовать имеющуюся сеть сейсмических станций ФИЦ ЕГС РАН. В настоящее время на Дальнем Востоке в районах предполагаемых трасс запуска РН эксплуатируется более 40 современных сейсмических станций, 25 из которых могут быть использованы для этих целей (рис.2) [5]. Станции, расположенные в зоне I на рисунке 2, могут быть использованы без каких-либо доработок, т.к. они имеют непрерывное питание и надежную передачу данных. Сейсмостанции, расположенные в зоне II на рисунке 2, следует дополнить инфразвуковыми каналами наблюдения и средствами телеметрической передачи данных, возможно установить 5-6 новых станций, для того чтобы обеспечить уверенную локацию аварийных РН с точностью ± 10 км. Непосредственно в районы падений фрагментов 2 ступеней РН целесообразно устанавливать передвижные комплексы инфразвуковой локации, показавших свою эффективность при первых пусках новейшей РН «Ангара» [4].

Для поддержания действующей сети ФИЦ ЕГС РАН в постоянной готовности, а также создания новых опорных станций планируется заключить договор с ФГУП «ЦЭНКИ», крупнейшим подразделением госкорпорации «Роскосмос», занимающимся обеспечением запусков ракет-носителей. В рамках этого договора ФИЦ ЕГС РАН будет вести детальный геофизический (сейсмический и инфразвуковой) мониторинг в даты проведения пусков РН, обрабатывать получаемую информацию в режиме близком к *on-line*, и передавать данные обработки поисковым отрядам ФГУП «ЦЭНКИ», расположенным на боевом дежурстве вблизи планируемых районов падений 1-й и 2-й ступеней ракет-носителей.

Схема расположения РП ОЧ 1-х ступеней и ГО РН «Ангара» при запуске с космодрома «Восточный»

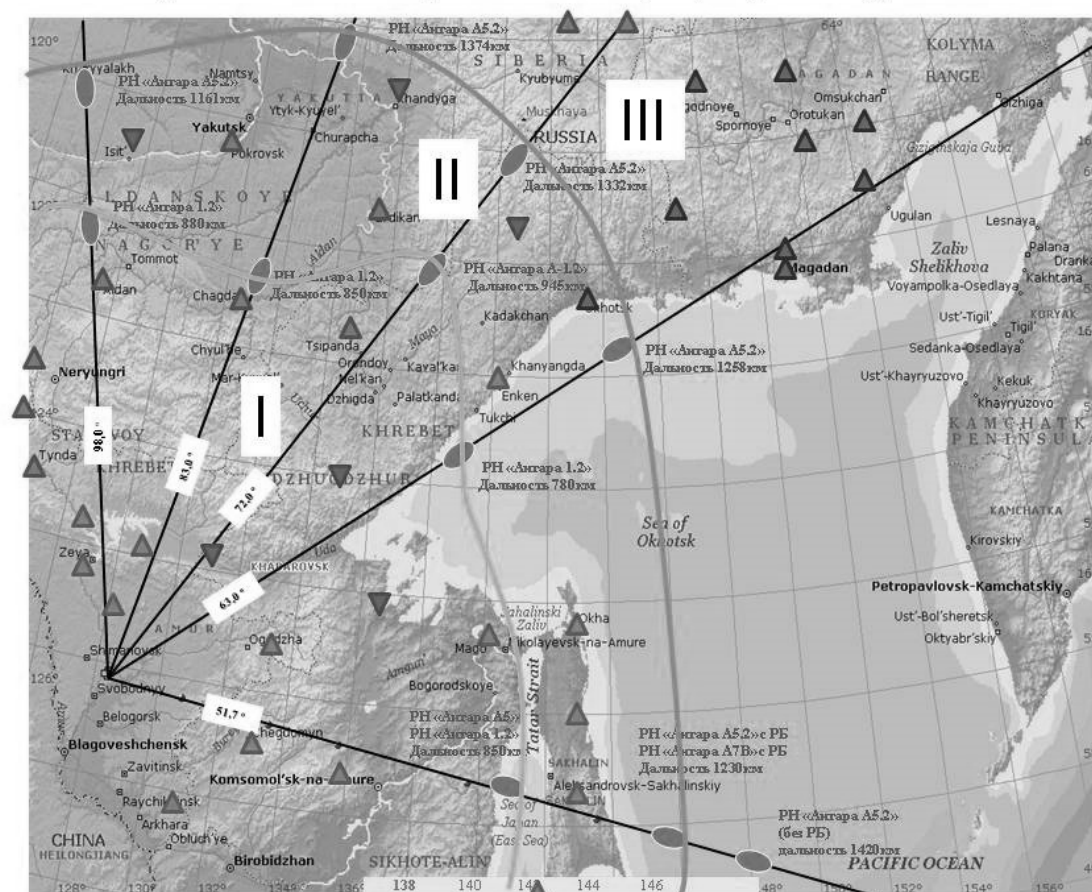


Рис.2. Трассы запуска РН «Ангара» с космодрома «Восточный» и сеть имеющихся (треугольники, стоящие на основании) и планируемых к установке (треугольники, стоящие на вершине) сейсмических станций ФИЦ ЕГС РАН, которые будут использоваться для мониторинга запусков ракет носителей. Овалами отмечены согласованные районы падений отработавших 1-х и 2-х ступеней РН «Ангара»

Список литературы

1. Асминг В.Э., Виноградов Ю.А., Воронин А.И., Федоров А.В., Чигерев Е.Н., Роскин О.К. Определение мест падений фрагментов ракет-носителей по данным инфразвуковых наблюдений // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2016. Т. 52, № 6. С.707–715.
2. Асминг В.Э., Виноградов Ю.А., Воронин А.И., Федоров А.В., Чигерев Е.Н., Роскин О.К. Поиск фрагментов ракет-носителей инфразвуковым методом // Вестник НЯЦ РК. 2015. № 4. С.42–49.
3. Асминг В.Э., Виноградов Ю.А., Евтюгина З.А., Кременецкая Е.О., Прокудина А.В. О результатах наблюдений на Апатитском сейсмоинфразвуковом комплексе // Вестник МГТУ. 2008. Т. 11, № 3. С.512–518
4. Виноградов Ю.А., В.Э. Асминг, О.К. Роскин. Опыт участия Геофизической службы РАН в испытании новейшей ракеты-носителя "Ангара" в 2014 году // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Десятой Международной сейсмологической школы. Геофизическая служба РАН, Республиканский центр сейсмологической службы при Национальной академии наук Азербайджана / Отв. редактор А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2015. С. 75 – 79.
5. Лаверов Н.П., Маловичко А.А., Старовойт О.Е. Российская сеть сейсмологических наблюдений: состояние и перспективы развития. Материалы Международной конференции. Ответственный редактор: А.А. Маловичко. 2008. С. 5-14.
6. Писенко Е.Г., Ефременков А.А., Болоболкин Е.Б. Техническое обеспечение экологической безопасности в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей при пусках с космодрома Байконур // Приоритетные задачи экологической безопасности в районах падения Сибирского региона и пути их решения. М.: Изд-во "Спутник", 2016. С.24–28.