

Краткий очерк развития отечественной ракетной радиотелеметрии в 1946–2006 гг. на фоне организации и развития отрасли отечественного ракетостроения

В. А. Победоносцев

д. т. н., филиал ОАО «ОРКК»–«НИИ КП»

A Brief Article about the Evolution of the Domestic Rocket Radio Telemetry During 1946–2006 at a Time of the Organization and Development of the Domestic Rocket Engineering

V. A. Pobedonostsev

doctor of engineering science,

*Branch of Joint Stock Company “United Rocket and Space Corporation”–
“Institute of Space Device Engineering” (“ORKK”–“NII KP”)*

Ракетная радиотелеметрия — отрасль техники, зависящая от потребностей испытаний баллистических ракет (БР) нового типа и от общего состояния науки и техники в стране. Если в стране отсутствуют совершенствование, разработка и испытания БР, то нет необходимости и в ракетной радиотелеметрии. История отечественной ракетной телеметрии тесно связана с историей развития отрасли отечественного ракетостроения. К середине 80-х годов прошлого столетия ни один испытательный пуск и ни один пуск партионных боевых ракет (проверка серии) из позиционных районов не проводились без использования средств ракетной радиотелеметрии. Можно утверждать, что технология разработки и производства ракетной телеметрии является одной из ключевых (конечно, не первостепенной) технологий ракетостроения.

В годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. в СССР не проводились разработка и испытания баллистических ракет (БР) — аналогов

немецкой ФАУ-2 (вес — 14 т, полезная нагрузка — 1000 кг, предельная дальность действия — 320 км) [1]. Соответственно не было необходимости создания средств ракетной радиотелеметрии.

Начало развитию ракетной отрасли в СССР было положено Постановлением СМ СССР № 1017-419сс от 13 мая 1946 г. (полный рассеченный текст см. в [2]).

Выпуску этого Постановления предшествовали командировки в 1945–1946 гг. специалистов в Германию для изучения трофейной ракетной техники и последующие испытания собранных ФАУ-2 на отечественном полигоне Капустин Яр [2].

Испытания и производство БР на жидком топливе в Германии проводилось в 1930–1945 гг. Испытания сопровождались многочисленными авариями [3]. Одной из причин многолетних неудач немецких ракетчиков явилось отсутствие инструмента расследования причин аварий ФАУ-2 А-4. 100% гарантии выяснения причин аварий телеметрия

не дает, но позволяет говорить о вероятной причине на основе телеметрических данных. К необходимости создания и использования радиотелеметрии немцы пришли не сразу. Испытания БР А-3 (специально разработанного экспериментального прототипа ФАУ-2 А-4) были начаты в 1937 г. без использования радиотелеметрии. Причины аварий пытались выяснить по найденным на земле «обломкам» ракет [3]. Позже — по записям спасаемых одноканальных регистраторов контролируемых данных на узкую бумажную ленту (источник: Н. Б. Резвцов — профессор кафедры телеметрии Военной академии РВСН им. Петра Великого).

Первый удачный пуск ФАУ-2 А-4 состоялся 3.10.1942 г., когда Германия находилась в условиях ведения военных действий с СССР. Боевые пуски А-4 были нацелены на Лондон [3]. Сталину о существовании в Германии ФАУ-2 стало известно из письма У. Черчилля с просьбой о предоставлении возможности изучения «экспериментальной станции» ([4, письмо № 295, с. 282]), [5].

С начала 30-х годов прошлого столетия отечественная ракетная тематика развивалась в стенах Ракетного научно-исследовательского института (РНИИ, НИИ-3) под научным руководством Г. Э. Лангемака, вклад которого в создание будущей «Катюши» был особенно значительным.

В НИИ-3 работали ныне всемирно известные В. П. Глушко (ВП) и С. П. Королев (СП). По клеветническим доносам И. Т. Клейменов (начальник НИИ-3) и Г. Э. Лангемака были арестованы и расстреляны. Глушко и Королев в 1938 г. были арестованы по клеветническому доносу А. Г. Костинова [6–9]. СП был освобожден в 1944 г., а в сентябре 1945 г. вслед за В. П. Глушко был командирован в Германию для знакомства с трофейной немецкой ракетной техникой [5]. С этой целью в Германии было создано объединение «Нордхаузен», руководителем которого был назначен генерал-лейтенант Л. М. Гайдуков, а его первым заместителем и главным инженером — СП [5]. В состав объединения «Нордхаузен» входило несколько институтов, в том числе «Рабе» (Б. Е. Черток), созданный раньше объединения «Нордхаузен» [5]. В «Рабе» наземную радиотелеметрическую станцию восстанавливал военный инженер-капитан К. А. Керимов. Ему помогал Г. И. Дегтяренко, восстанавливая шесть

бортовых комплектов 4-канальной немецкой бортовой аппаратуры радиотелеметрической системы «Мессина-1». В Германии был изготовлен железнодорожный испытательный спецпоезд, в состав которого, помимо жилых вагонов и мастерских, входили вагоны наземной телеметрической станции [5].

По причине секретности практически до конца 1980-х годов даже осведомленным ракетчикам не было известно, что СП «сидел», а техника советского ракетостроения началась с изучения и пусков трофейных немецких ракет ФАУ-2 и с использованием образцов трофейной радиотелеметрии «Мессина-1» [2]. Первые отечественные БР Р-1 главного конструктора С. П. Королева с двигателями В. П. Глушко стали повторением ФАУ-2, были изготовлены по новым чертежам, отвечающим советским ГОСТ, и из отечественных материалов. Р-1 (8А11) была принята на вооружение в 1951 г. [2].

Становлению коллективов разработчиков отечественной ракетной техники способствовало проведение на строящемся полигоне Капустин Яр 11 пусков ФАУ-2, собранных из немецких узлов и деталей (5 удачных, 6 аварийных). Постановление СМ СССР № 263-818сс о проведении испытаний было подписано 26.07.1947 г. [2]. На полигон Капустин Яр с территории НИИ-88 спецпоездом были доставлены ракеты и специалисты. Первый пуск состоялся 16.10.1947 г. [2]. При проведении трех пусков была опробована в действии — в полете — трофейная четырехканальная радиотелеметрическая система «Мессина-1» [2]. Летные испытания явились завершением работы по детальному изучению ракеты ФАУ-2. По результатам летных испытаний Госкомиссия «сформулировала очень важные предложения, которые, по существу, явились крупномасштабной программой работ по развитию отечественного ракетостроения» [2]. В том числе рекомендовалось предусмотреть «широко применять систему телеметрического контроля (“Мессина”)» [2] и «учесть необходимость увеличения числа одновременно измеряемых параметров» [2].

Самым главным фактором влияния на облик развивающихся ракетных радиотелеметрических средств являются тактико-технические требования к телеметрии проектантов вновь создаваемых баллистических ракет (БР).

Отечественная ракетная телеметрия развивалась в условиях напряженной ракетно-ядерной гонки времен «холодной войны» США–СССР и повышенной секретности. В этой гонке мы хронически отставали от США.

При отработке новых типов БР методически правильно предварительное проведение большого объема наземных стендовых испытаний ракетных двигателей и других важных узлов и агрегатов новой БР. Правительственные сроки разработки отечественных БР определялись тем, что нацеленные на города и другие цели СССР американские ракеты уже стояли на боевом дежурстве. Строительство испытательных стендов требовало дополнительных трудовых и временных ресурсов. По этой причине в СССР при планировании испытаний новых БР с заметным количеством «новаций» по отношению к испытанному прототипу существенный объем испытаний переносили на этап летных испытаний, что объективно приводило к увеличению аварийности пусков.

Следствием этой отечественной «особенности» методики испытаний БР являлось увеличение объема телеизмерений при проведении летных испытаний новых БР и нарастающее усложнение вновь создаваемых радиотелеметрических средств. При этом технические требования к новой телеметрии не могли быть оформлены одновременно с разработкой технического задания (ТЗ) на новый тип БР. Разработчики телеметрии работали в жестких временных рамках. Фактически ТЗ на телеметрию могло быть сформулировано после проработки конструкции БР. Иной раз разработчики ракеты по результатам своих проработок изменяли ТЗ на телеметрию без корректировки директивных сроков и на этапе, когда материальная часть была уже поставлена.

Первой отечественной БР стала Р-2 (8Ж38). Р-2, отличалась от ФАУ-2 и от Р-1 тем, что имела «несущий» (не «самолетный») бак и отделяемую головную часть, как и все последующие БР дальнего действия. При испытаниях Р-2 использовалась отечественная 8-канальная радиотелеметрическая система «Бразилионит», явившаяся модификацией 4-канальной «Мессины», (руководитель разработки Г. И. Дегтяренко, НИИ-20).

С 1949 г. при пусках Р-1 и Р-2 начала применяться телеметрическая система СТК-1 «Дон» [2],

созданная по ТЗ лаборатории «Д» НИИ-88. СТК-1, как и все последующие системы отечественной телеметрии, имела временное разделение каналов. Количество «основных» каналов — 25, частота опросов каждого канала — 62,5 Гц, дальность связи — 550 км, несущая частота передатчика — 64,5 МГц [2].

Отечественная ракетная радиотелеметрия развивалась в условиях отсутствия отечественного стандарта по ракетной телеметрии и практически без аппаратной преемственности. Развитие осуществлялось как результат скачкообразного решения очередной задачи, сформулированной и поставленной перед разработчиками радиотелеметрических средств разработчиками БР. Предварительно создатели нового типа БР приходили к выводу о невозможности использования ранее разработанных радиотелеметрических средств. В процессе развития требования к телеметрии ужесточались, в частности в части увеличения объема измерений. В период с 1947 г. по 2007 г. количество измеряемых параметров увеличилось от 25 (Р-2, СТК-1) до нескольких десятков тысяч, а общая скорость передачи данных выросла от 1500 изм./с до более 300 000 изм./с (БРС-4). Суммарная скорость передачи данных с борта РКН «Ангара-5» (первый пуск 23.12.2015 г.) превышает 18 Мбит/с.

Начало организации создания отрасли ракетостроения в СССР было положено упомянутым выше Постановлением СМ СССР № 1017-419сс [2]. Приказом Министра вооружения Д. Ф. Устинова от 16 мая 1946 г. на базе артиллерийского завода № 88 (Подлипки) был создан Государственный научно-исследовательский институт 88 (НИИ-88), который стал головной научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической и опытно-конструкторской базой по реактивному вооружению. В августе 1946 г. СП был назначен главным конструктором БР дальнего действия и начальником отдела по их разработке. В блоке научных отделов в НИИ-88 был создан отдел «У» (системы управления, Б. Е. Черток), вместе с блоком научных отделов функционально подчиненный Главному инженеру НИИ-88 Ю. А. Победоносцеву. В круг задач отдела «У» входили задачи испытаний и обеспечения испытаний БР средствами и методиками

измерений [5]. Отдел (лаб. «Д») также курировал смежные предприятия приборостроительной направленности и занимался разработкой ТЗ на телеметрию.

Из НИИ-88 в последующем выделилось несколько предприятий отрасли. В том числе ОКБ-1 и «телеметрический» НИИ измерительной техники.

Тем же Постановлением Правительства (№ 1017-419сс от 13 мая 1946 г.) одновременно с созданием НИИ-88 были созданы относящиеся к разным ведомствам НИИ-885 (М. С. Рязанский, радиосистемы) и другие предприятия по основным направлениям ракетной техники во главе с главными конструкторами: В. П. Глушко (ракетные двигатели, ОКБ-456), В. П. Бармин (стартовые сооружения и системы, ГСКБ «Спецмаш»), В. И. Кузнецов (гироскопические устройства, НИИ-944), Н. А. Пилюгин (в 1946–1963 гг. — главный конструктор автономных систем управления БР НИИ-885).

Задача БР как носителя ядерного оружия перед разработчиками Р-2 не ставилась. Первой отечественной БР с ядерной боеголовкой стала Р-5Ф, испытания которой были успешно проведены в 1956 г. До 1952 г. отечественная ракетная радиотелеметрия создавалась в НИИ-885, затем в СКБ-567, выделившемся из НИИ-885 в 1952 г.

После 1991 г., когда требования соблюдения секретности выполняемых работ существенно ослабли, руководители многих предприятий ракетной отрасли организовали написание и выпуск «юбилейных» книг по истории предприятий и биографий Главных конструкторов БР. Но мимо внимания авторов этих книг прошла роль соответствующих подразделений ЦК КПСС, СМ СССР, Комиссии по военно-промышленным вопросам, Госплана СССР и руководящих структур оборонных Министерств СССР, в состав которых входили предприятия ракетной отрасли. На момент организационного оформления ракетного Министерства общего машиностроения (1965 г.) за спиной каждого Главного конструктора всех СГК стояло соответствующее Главное управление с серийными заводами той же тематической направленности.

После подписания Постановления СМ СССР № 1017-419сс от 13 мая 1946 г. был создан специальный комитет по реактивной технике при СМ СССР, а также 7-е (ракетное) Главное управление

в Министерстве вооружения. Это Главное управление [10, с. 45] возглавляли: С. И. Ветошкин (1946–1949), А. С. Спиридонов (1949–1950), И. Г. Зубович (1950–1951), Л. В. Смирнов (1951–1952), М. С. Рязанский (1952–1954), М. А. Субботчев (1954–1955), В. А. Колычев (1955–1956), Л. А. Гришин (1956–1958), Е. Н. Рабинович (и.о. 1958–1962), Б. А. Комиссаров (1962–1963), Г. М. Табаков (1963–1965).

С каждым последующим преобразованием Министерства вооружения ракетное главное управление переходило в следующую структуру [10].

27 марта 1953 г. Министерство вооружения было преобразовано в Министерство оборонной промышленности, а 14 декабря 1957 г. — в Госкомитет СМ СССР по оборонной технике (ГКОТ). НИИ-88 входил в состав ГКОТ. Министрами СССР и Председателями ГКОТ работали: А. В. Домрачев (1957–1958), К. Н. Руднев (1958–1961), Л. В. Смирнов (1961–1963), С. А. Зверев (1963–1965) [10, с. 45].

Важное значение для развития ракетной отрасли в СССР имело Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 2 марта 1965 г. № 126-47 «Об улучшении руководства оборонными отраслями промышленности» [10]. Этим Постановлением было организационно оформлено общесоюзное Министерство общего машиностроения (Минобщемаш, МОМ), на которое возлагалась организация в стране работ по ракетно-космической технике. С этой целью Министерству было передано из других Министерств и ведомств более 50 НИИ, КБ, опытных и серийных заводов. При этом ныне известные Московский институт теплотехники (МИТ), КБМ (г. Коломна) и Воткинский машиностроительный завод (изготовитель БР разработки МИТ и БРСД разработки КБМ) остались в составе Министерства оборонной промышленности (МОП).

Первым ракетным Министром (1965–1983) был назначен С. А. Афанасьев. После Афанасьева Министрами МОМ работали: О. Д. Бакланов (1983–1988 гг.), В. Х. Догужиев (1988–1989 гг.), О. Н. Шишкин (1989–1991 гг.) [10, 11].

В составе МОМ для обеспечения испытаний изделий РКТ измерительными средствами было создано 10-е ГУ (О. Ф. Антуфьев), соответствующие подразделения, институты и заводы были переданы из состава 5 ГУ МОМ (начальник А. П. Зубов).

Таким образом, организацией в Минобщемаше предприятиям-разработчикам и изготовителям средств измерений, предназначенных для проведения испытаний изделий РТ, был придан тот же уровень значимости, что и разработке и организации производства БР сухопутного и морского базирования (1-е ГУ и 2-е ГУ). Другие Главные управления Минобщемаша имели следующее функциональное назначение: разработка и производство ракетных двигателей, космических комплексов (3-е ГУ), разработка и производство систем управления (5-е ГУ), разработка и производство гироскопов (6-е ГУ), разработка и строительство комплексов стартовых сооружений (7-е ГУ) [10].

В качестве основной задачи 10-го ГУ была поставлена задача координации разработки и серийного производств измерительно-телеметрических средств (от датчиков до средств обработки), предназначенных для использования при испытаниях БР и ракет космического назначения (РКН). К началу 1970-х годов относится разграничение задач обеспечения телеметрией БР и РКН (НИИИТ) и телеметрией космических аппаратов (НИИП). ОКБ МЭИ переключалось на обеспечение средствами телеметрии изделий авиационной техники.

В состав 10-го ГУ (начальник ГУ О. Ф. Антуфьев) входили ракетно-космические приборостроительные НИИ (в том числе НИИП, НПО ИТ, НИИФИ и НИИ ТП и др.) и соответствующие приборостроительные заводы. Бортовая радиотелеметрия изготавливалась также на некоторых заводах 5-го ГУ. НИИ и заводы 10-го ГУ Минобщемаша обеспечивали измерительными средствами ракетные КБ МОП (МИТ и КБ машиностроения, г. Коломна).

Еще при формировании первоначальной структуры НИИ-88 в 1946 г. были созданы подразделения по разработке датчиков и курированию разработки радиотелеметрических средств в интересах испытаний изделий РТ разработки НИИ-88. Некоторое время спустя тематика разработки и испытаний зенитных и крылатых ракет из НИИ-88 была передана другим предприятиям. Основной тематикой НИИ-88 в части РТ стала разработка БР.

17 декабря 1953 г. в НИИ-88 с целью решения задач измерений при испытаниях образцов БР главного конструктора С. П. Королева на базе ранее

существовавших отделов НИИ-88 был сформирован отдел контрольно-измерительной техники (отдел № 20, И. И. Уткин). Первоначально одними из задач этого отдела являлись постановка задач, формирование технических заданий и курирование разработок радиотелеметрической аппаратуры на специализированных предприятиях (ОКБ МЭИ, НИИ-885/СКБ-567).

17.10.1960 г. отдел 20 НИИ-88 был преобразован в 5-й комплекс (начальник комплекса — главный конструктор И. И. Уткин). На основе 5-го комплекса НИИ-88 22.07.1966 г. по инициативе И. И. Уткина был создан НИИ измерительной техники (первый и.о. директора — главный конструктор И. И. Уткин, первый директор — О. Н. Шишкин).

Отечественная ракетная радиотелеметрия развивалась на фоне и под существенно определяющим влиянием отечественных ракетных КБ и заказывающих управлений Минобороны. В СССР основными разработчиками БР и ракет космического назначения (РКН) являлись следующие предприятия (приведены современные наименования предприятий и фамилии первых Главных конструкторов; в скобках указаны годы работы в должности Главного конструктора; приведены наименования основных БР/МБР и РКН, разработанных на этих предприятиях):

1. НИИ-88, ОКБ-1, ЦКБЭМ, РКК «Энергия». Первый главный конструктор — С. П. Королев. Ракеты разработки ОКБ-1 (1947–1962 гг.): Р-1, Р-2, Р-5, Р-7, Р-9, первая твердотопливная БР, первая ракета морского базирования и др., «Лунная ракета» Н-1, РКН «Энергия». На ракете Р-7 этапа летных испытаний размещались пять комплектов аппаратуры «Трал» (ОКБ МЭИ), по одному комплекту на каждой из четырех «боковушек», и один комплект — на центральном блоке. Количество медленно меняющихся параметров (ммп) на Р-7 — более 700.

2. ОКБ-586, ГKB «Южное» (ГКБЮ, г. Днепропетровск). Главный конструктор — М. К. Янгель (1954–1971 гг.), главный конструктор, генеральный конструктор В. Ф. Уткин (1971–1990 гг.). Ракеты разработки ГКБЮ: Р-12, Р-14, Р-16, Р-36, МР-УР-100, РМ-36. РТ-23УТТХ, Р-36М2, РКН 11К77 «Зенит». Основной завод-изготовитель — «Южмашзавод».

3. КБ Машиностроения (ныне ГРЦ «КБ им. В. П. Макеева»). Руководитель и главный конструктор — В. П. Макеев (1955–1985 гг.). Ракеты разработки ГРЦ «КБ им. В. П. Макеева»: Р-21 (1963 г. — первая БР с подводным стартом), Р-27 (1968 г.), Р-29 (1974 г. — первая отечественная БР межконтинентальной дальности с морским стартом), Р-29Р, Р-39 (1983 г. — твердотопливная), Р-29РМ (1986 г.). Первая отечественная твердотопливная БР морского базирования ЗМ17 была создана в КБ завода «Арсенал» (г. Ленинград).

После 2000 г. ГРЦ оснащает новые БР телеметрией собственной разработки, построенные на принципах системы БРС-4 (при небольших заимствованиях).

4. НПО машиностроения (НПОмаш). Главный конструктор, с 1955 г. — генеральный конструктор — В. Н. Челомей (1955–1984 гг.). Завод им. М. В. Хруничева и КБ «Салют» входили в состав НПОмаш.

Ракеты, разработанные в НПОмаш: МБР УР-200, УР-100, УР-100К, УР-100Н, УР-10Н УТТХ. РКН УР-500 («Протон»), «Протон-М» а также ряд крылатых ракет. В НПОмаш были созданы первые отечественные разделяющиеся боевые блоки (ББ) кассетного типа 12Ф201.

5. Московский институт теплотехники Министерства оборонной промышленности. Главный конструктор — А. Д. Надирадзе (1961–1987 гг.).

Твердотопливные ракеты мобильного базирования, разработанные в МИТ: «Темп» (1960 г.), «Темп-С» (1965 г.), «Темп-2С» (1975 г.), «Пионер» (1976 г.), «Пионер — УТТХ», «Тополь», «Тополь-М». А. Д. Надирадзе заложил основы разработки МБР «Тополь», «Тополь-М». Испытания БР МИТ от «Темп-2С» по «Тополь-М» осуществлялись с использованием системы БРС-4. На БР ЗМ30 размещена модифицированная система «Орбита-ТМ» (ОКБ МЭИ) с информативностью 3,14 Мбит/с.

Каждое из ракетных КБ имело свою кооперацию предприятий-разработчиков и изготовителей ракетных двигателей, бортовых систем управления и бортовых гироскопов, бортовых и наземных средств измерений, стартовых сооружений, и др.

Летные испытания всех без исключения переносимых БР и РКН осуществлялись с ис-

пользованием комплекса бортовых и наземных средств ракетной радиотелеметрии.

Ракеты в СССР создавались с целью выполнения задач государственного значения на основе государственного планирования.

Минобщемаш плотно взаимодействовал с другими министерствами «девятки» оборонных министерств СССР: Министерством среднего машиностроения, Министерством судостроительной промышленности, Министерством электронной промышленности, Министерством промышленности средств связи и др. Координацию работ осуществляли Комиссия по военно-промышленным вопросам (Комиссия ВПК), оборонный отдел ЦК КПСС и Госплан СССР, которые вместе с аппаратом министерств принимали участие и готовили Постановления СМ СССР и решения Комиссии ВПК.

По ТЗ ракетных КБ и КБ — разработчиков систем управления БР создавались и совершенствовались средства радиотелеметрических измерений, предназначенные для испытаний новых типов БР. Помимо «традиционно постоянных и актуальных» с 1946 г. требований («требования к телеметрии идут от борта ракет») минимизации габаритов — весов — потребления бортовой телеметрии, доминирующими техническими требованиями в этих ТЗ на бортовую телеметрию были и другие требования. В ТЗ на бортовую телеметрию каждой вновь создаваемой БР вписывалось реализуемое на пределе технических возможностей требование увеличения объемов измерений и увеличения скорости передачи данных бортовых измерительных средств.

Технические возможности определялись уровнем развития и серийного освоения отечественной электронной компонентной базы (ЭКБ). Характеристики ЭКБ и их серийность не всегда отвечали потребностям разработчиков ракетного (и космического) приборостроения. В случае очевидных «ножниц» в проекты Постановлений головных организаций по созданию новых ракетных комплексов с подачи разработчиков телеметрии вписывались соответствующие поручения в части разработки и производства новых ЭКБ предприятиям Министерства электронной промышленности.

Основными разработчиками радиотелеметрических средств в 1946–1991 гг. для изделий переносимых ранее главных конструкторов РТ были:

1. НИИ-885/НИИП (1946–1952 гг.) создано одновременно с НИИ-88 одним постановлением правительства. Руководитель НИИ-885 М. С. Рязанский, в 1954–1986 гг. зам. директора по научной работе, директор–главный конструктор, первый зам. генерального директора, главный конструктор НИИП. В НИИ-885 было создано два комплексных подразделения. Комплекс 1 возглавил главный конструктор автономных систем управления Н. А. Пилюгин, комплекс 2 возглавил главный конструктор радиосистем управления, директор НИИ-885 М. С. Рязанский [11, 13].

2. СКБ-567 выделилось из состава НИИ-885 в 1952 г. с тематикой «Разработка систем телеметрических измерений» (директор и главный конструктор Е. С. Губенко, с 1946 по 1952 гг. — нач. лаборатории, зам. главного инженера НИИ-885, в 1952 г. переведен в СКБ 567 МПСС на должность директора и главного конструктора [11]).

Примечание. Е. С. Губенко (с 1952 г. — директор СКБ-567) и Е. Я. Богуславский [11] — руководители разработки первой отечественной радиотелеметрической системы СТК-1 («Дон»). СТК-1 стала первой отечественной системой с временным разделением каналов. В выборе способа разделения каналов проявилось влияние теоретических работ В. А. Котельникова (1933 г.) и К. Шеннона (1949 г.) о возможности представления непрерывных сигналов с ограниченным спектром, состоящих из бесконечного количества точек, путем использования конечного количества чисел. Шеннон назвал значения этих цифр «отсчетами». После СТК-1 частотное разделение каналов в отечественной ракетной радиотелеметрии не использовалось.

После смерти Е. С. Губенко в 1961–1963 гг. директором–главным конструктором СКБ-567 работал А. В. Белоусов. В 1961 СКБ-567 было награждено орденом Ленина за обеспечение пуска КА «Восток». В 1967 г. СКБ-567 было расформировано и коллектив специалистов вместе с тематикой (и с орденом Ленина) были переданы в НИИ-885.

1956–1957 гг. для коллектива СКБ-567 нельзя назвать «удачными». Во-первых, разработка в этот период первой в стране «вибрационной» радиотелеметрии РТС-5, предназначенной для регистрации быстроменяющихся параметров (бмп), размещенной на Р-7, не получила дальнейшего про-

должения. Причина состояла в отсутствии у разработчиков передатчика РТС-5 необходимой ЭКБ. Первое сообщение об изобретении транзистора (которые впоследствии пришли на замену электронным лампам) появилось в июне 1948 г. [12, с. 21], а серийное производство отечественных транзисторов было освоено только после 1960 г.

Влияние на погрешность измерений вибраций на передатчик РТС-5 было обнаружено специалистами отдела 20 ОКБ-1. Была выяснена причина — механическое дрожание управляющей сетки лампового триода, приводившее к неотличимому наложению на управляющий электрический сигнал («вибрации»), подававшийся на эту же сетку триода. «Вибрационная» тематика с одновременным развитием с нуля тематики аппаратной обработки бмп (создание наземных анализаторов спектра и корреляционного анализатора) по причинам «нетехнического характера» (Ю. Г. Еремин) была «перехвачена» коллективом лаборатории С. А. Джанумова 20 отдела НИИ-88, специалисты которого курировали разработку РТС-5. Так в НИИ-88 появилась система БРС-1/БРС-2, позже — «вибрационная» система БРС-4 и модификации «совмещенной» системы БРС-4. В итоге относительно мелкое событие (механическое дрожание сетки лампового триода) привело к перераспределению тематики между СКБ-567 и НИИ-88 и к созданию системы БРС-4.

Во-вторых, на ракете Р-7 для регистрации медленно меняющихся параметров (ммп) телеметристами ОКБ-1 в результате проведенного сравнительного конкурса была выбрана система «Трал» разработки ОКБ МЭИ, а не система разработки СКБ-567. В СКБ-567/НИИП получила развитие нигде в стране более не разрабатывавшаяся радиотелеметрия космических аппаратов межпланетного космоса. Неудачи телеметристов СКБ-567 (отказ от развития РТС-5, проигрыш конкурса с системой «Трал») послужили стимулом постановки самим себе задачи опережающего создания телеметрических средств для новых изделий РТ. «Руководством СКБ-567 была поставлена задача: разработать концепцию создания унифицированной радиотелеметрической системы. Такая концепция была разработана и на ее базе создана унифицированная многоцелевая система РТС-9. В СКБ был создан

теоретический отдел (начальники теоретического отдела В. М. Гжелин, В. И. Вакуленко). Общую идеологию системы разрабатывали: Е. С. Губенко, М. Ф. Поликанов, В. М. Гжелин, А. В. Чуркин, В. И. Сафонов, Е. С. Чернолуцкая, Е. Б. Коренберг, В. Н. Певцов, А. В. Белоусов» [13]. Список основных разработчиков бортовой аппаратуры приведен в [13]: Ю. Г. Еремин, В. И. Вакуленко, Н. И. Свищенский, В. В. Куцев, Г. В. Шейнин, Ю. Л. Смирнов, Л. В. Меньшиков, В. М. Покрасс и др. Л. В. Меньшиков (по его словам) предложил использование в бортовой телеметрии «зеркало датчиков». В 1959–1964 гг. коллективом телеметристов СКБ-567-НИИП был разработан ряд средств аналоговых и цифровых радиотелеметрических систем типа РТС: РТС-8, РТС-9ВИМ, РТС-9Ц и др. [13].

3. НИИП/РНИИ КП/ОАО «Российские космические системы». Директор и главный конструктор Л. И. Гусев: в 1965–2004 гг. — директор, генеральный директор, генеральный директор–главный конструктор, генеральный конструктор РНИИ КП.

«Благодаря работам по совершенствованию инерциальных методов автономные системы управления (Н. А. Пилюгин — *прим. авт.*) достигли такого уровня точности, что применение радиотехнических систем управления ракет (М. С. Рязанский — *прим. авт.*) стало нецелесообразным. Это послужило технической основой для реорганизации Института и пересмотра его тематики. Летом 1963 г. было принято правительственное Постановление, по которому на базе НИИ-885, СКБ-567 и НИИ-944 были созданы два крупных института: НИИП (главный конструктор и директор М. С. Рязанский) и НИИАП/НПЦ АП (главный конструктор и директор Н. А. Пилюгин).

Одновременно с этим в Институт перешли все наработки в области телеметрии и космоса, выполнявшиеся в СКБ-567, включавшие системы бортовой телеметрии, ... сеть наземных и корабельных телеметрических пунктов» [13, 14].

В 1965 г. директором НИИ-885 был назначен Л. И. Гусев, М. С. Рязанский — главным конструктором и заместителем директора по научной части.

Создание начатой в СКБ-567 работы по созданию системы РТС-9 было завершено коллективом телеметристов после их перевода из СКБ-567 в НИИ-885. Были разработаны две модификации

системы РТС-9: аналоговая РТС-9 (1959–1962 гг.) и цифровая РТС-9Ц (1962–1964 гг.) В системе РТС-9Ц предусматривались три базовые модификации бортовой аппаратуры, отличающиеся по информативности [13]. Были разработаны два вида структуры кадра (типа РТСЦ и типа БИТС). В. И. Вакуленко защитил кандидатскую диссертацию, обосновав использование 31-разрядной псевдослучайной последовательности в качестве синхроссылки кадра типа БИТС.

В НИИ-885 в 1963 г. из сотрудников СКБ-567 было создано отделение 1 (начальник отделения М. И. Борисенко). В отделение вошли 10 отделов по телеметрической тематике.

Был разработан ряд новых бортовых радиотелеметрических систем типа БР: БР-9-7, десять модификаций БР-9Л, БР-9А, БР-9Я, БР-52, БР-93, БР-9Ц под конкретные изделия БР-8К82, 8К84, для БР морского базирования (типа БР-К18, БР-К75), «лунная ракета» Н-1 11А52 и др. В разработке бортовой аппаратуры принимали участие: И. Я. Тарноудер, Н. И. Калярский, В. М. Бабкин, Ф. К. Новосельцев, В. Д. Паламарчук, И. В. Белов, Л. А. Паршина, В. М. Ручкин, Е. В. Григорьев, Н. М. Степанов, Л. В. Меньшиков, И. В. Гриценко [13, 14]. Изготовление разработанных радиотелеметрических средств было поручено Ижевскому мотозаводу и Ижевскому радиозаводу.

В начале 1990-х годов в РНИИ КП (преемнике НИИ-885/НИИП) была создана бортовая ракетная радиотелеметрическая аппаратура РТСЦ, размещенная на ракете типа «Союз» («Русь», «Союз-2») и ее модификациях. Для регистрации бмп при первых четырех пусках РН «Союз-2» использовалась бортовая телеметрия БРС-4/«Скут» (НПО ИТ).

4. ОКБ МЭИ: В. А. Котельников (1947–1953 гг. — первый руководитель и главный конструктор), А. Ф. Богомолов (1953–1989 гг. — главный конструктор/директор; «Трал» и его модификации). Руководители работ: С. М. Попов (руководитель разработки систем «Трал» и «Трал-Т»), П. Ж. Крисс, М. Е. Новиков (бортовая аппаратура «Трал»), Б. М. Мальков («Трал-Т»), Ю. И. Лебедев («Трал-Т»), Н. А. Терлецкий (разработка передатчиков «Трал»), И. Ф. Соколов (наземные антенны «Трал»), Э. Я. Цвелев («Трал-П1»). Руководитель разработки системы «Орбита-ТМ» —

К. А. Победоносцев (начальник отдела), бортовое направление возглавляли — С. Н. Недошин (основной разработчик структуры кадра), Л. Е. Горбатько; наземная станция — К. А. Победоносцев, А. Н. Черноплеков, А. В. Степин, приемные антенны — Б. А. Попереченко и др. [15]. Знаменем цифровой системы «Орбита-ТМ» стал выбранный вид модуляции — ФМ-2, обладающий наилучшей помехоустойчивостью в условиях дальней космической связи.

5. НИИИТ/НПО ИТ. Система БРС-4, руководитель разработки О. Д. Комиссаров.

С 1970 г. в ракетной радиотелеметрии наступила (продолжавшаяся до 2000 г.) эра совмещенной радиотелеметрической системы БРС-4 разработки НИИИТ [16, 17]. Начало эры БРС-4 было обусловлено успешными летными испытаниями системы в 1966–1967 гг. и последующим подписанием Постановления СМ СССР № 671-231сс от 15.08.1969 г. об оснащении испытательных полигонов ВР Министерства обороны СССР телеизмерительными средствами совмещенной системы БРС-4 и ее модификаций.

Телеметристы МИТ сделали выбор в пользу системы «Сириус»/БРС-4 для ВР 15Ж42 самостоятельно. Решение о размещении системы БРС-4 на ВР 15А14 было принято как результат сравнения бортовой аппаратуры «Орбита-ТМ» и «Сириус» по габаритам.

«Радиотелеметрическое» отделение (НИИТ) было создано на основе отдела 51 НИИ-88 (О. Д. Комиссаров). В состав руководимого О. Д. Комиссаровым отдела 51 входили лаборатории: Л. Н. Неугодова (высокочастотная аппаратура и бортовая аппаратура) и О. А. Сулимова (наземная аппаратура).

Система БРС-4 и все ее модификации обеспечили испытания до 40 боевых ракетных комплексов ВР всех видов базирования и четырех типов РКН. При эксплуатации РКН «Протон-М» в настоящее время используется аппаратура «Скут»/БРС-4.

Вибрационная система БРС-4 (предназначенная для регистрации бмп и ударных процессов) использовалась при испытаниях следующих изделий РТ: Р-12 (8К63), Р-12У (8К63У), Р-14, Р-14У (8К65У), Р-16 (6К64), Р-9А (8К75), Р-36 (8К67), Р-36 орбитальная (8К69), УР-500 (8К82К), Н-1

(11А52, четыре пуска, все — аварийные), 8К84, 8К84М, УР-100К (15А20), УР-100У (15А20У), РТ-1 (8К95), РТ-15 (8К96), РТ-2 (8К98).

Бортовая радиотелеметрическая аппаратура БРС-4/«Сириус» (см. таблицу) — результат совместной работы специалистов НИИИТ (О. Д. Комиссаров и др.) и НИИ МП (г. Зеленоград, директор Г. Я. Гуськов, главный конструктор разработки — Я. Д. Мартыненко) по ТЗ НИИИТ. Инициатор и руководитель разработки — О. Д. Комиссаров [16, 17].

Можно установить следующую периодизацию в развитии отечественной ракетной радиотелеметрии в привязке к этапам развития отечественного ракетостроения.

1946–1957 гг. НИИ-88 (С. П. Королев): Р1, Р2, Р5, Р5Ф, Р-11, Р-11ФМ. Телеметрия СТК-1 («Дон») — первая отечественная радиотелеметрическая система с временным разделением каналов [2]. Со временем СТК-1 перестала удовлетворять требованиям ракетчиков. Был проведен конкурс и сравнительные испытания систем РТС и «Трал». По результатам конкурса предпочтение было отдано системе «Трал», которой был дан зеленый свет при одновременном использовании вибрационного варианта БРС-4.

1957–1970 гг. НИИ-88/ОКБ-1 (С. П. Королев): ВР Р-7. Телеметрия «Трал»-ммп, система БРС-4 с аналого-цифровой радиолинией — быстро меняющиеся параметры (бмп). Вибрационная РТС-5 была установлена только на ВР Р-7. Развитие телеметрии РТС-5 после Р-7 отклонилось от использования в качестве ракетной телеметрии. При испытаниях ВР использовались «черные ящики» — автономные спасаемые системы с записью информации на магнитную ленту (типа АРГ, отдел 20 НИИ-88). «Черные ящики» послужили прототипами бортовых телеметрических запоминающих устройств системы БРС-4. С использованием системы БРС-4 в вибрационном и совмещенном исполнении (БРС-4 заменила вибрационную РТС-5) проведены ЛИ более 25 типов ВР.

1970–1991 гг. МИТ, НПОмаш, КБ «Южное», ГРЦ им В. П. Макеева в совокупности разработали более 15 типов ракет; совмещенная радиотелеметрическая система БРС-4. «Совмещенной» (термин принадлежит Комиссарову О. Д.) телеметрической

Т а б л и ц а

№№ п/п	Наименование изделий РКТ	Сроки проведения ЛКИ, годы	Бортовая радио- телеметрическая БРС-4	Примечание
1	15А20У (УР-100У)	1973	«Сириус»	
2	15Ж42 «Темп-2С» (с РДТТ)	1972–1974	«Сириус»	Все измерения, первое применение в БРС-4 бортового ЗУ, контроль БЦВК
3	15Ж45, 15Ж53 «Пионер»	1974–1976	«Сириус»	Твердотопливная
4	15А14, Р-36М 15А18, 15А18М (Satan, «Воевода»),	1972–1979	«Сириус», «Скиф», «Планета»	Все бортовые измерения, первое применение бортового УЗУ-1, контроль СУ
5	15А15 МР-УР 100 15А16	1972–1974 1977–1979	«Сириус» «Сириус»	
6	15А30 УР-100Н, 15А35	1977–1979 1977–1979	«Сириус» «Сириус»	Жидкостная
7	15Ж44, 15Ж52, 15Ж62, 15Ж60, 15Ж61	1986–1988 1985–1987	«Сириус», «Скиф» «Сириус», «Скиф»	БЖРК «Молодец»
8	«Тополь»	1983–1988	«Сириус»	Твердотопливная
9	ЗМ17	1972–1974	«Сириус»	Первая советская твердотопливная морского базирования
10	ЗМ40	1973–1997	«Сириус», МБА-07, ОКА	Указано начало и завершение работ
11	ЗМ65	1973–1983	«Сириус», МБА	Твердотопливная
12	ЗМ37	1979/86	«Сириус», МБА СКУТ	Жидкостная
13	11К77 «Зенит»	1979–1982	«Сириус»	На этапе ЛИ 5 комплектов «Сириус»
14	11А25 «Энергия» (Постановление от 17.02.1976 г. № 132-51)	1987–1988 (пуски)	«Кварц», «Сириус», АРС	Два пуска: 15.05.1987, 15.11.1988 гг. (с кислородно-водородными ЖРД блока Ц)

системой принято называть систему, в которой результаты всех бортовых измерений передаются по одному радиоканалу или по радиоканалам одного типа на приемные станции одного типа. В системе БРС-4 этот радиоканал является аналого-цифровым, в котором параметры вибрационных измерений передаются в аналоговом виде, а данные медленно меняющихся параметров и параметров цифровой системы управления (СУ) — по тому же радиоканалу в цифровом виде. Успешные летные испытания (ЛИ) совмещенная система БРС-4 прошла на БР 8К64, 8К64У, 8К99 в 1967–1968 гг. По результатам ЛИ Постановлением СМ СССР № 671-231 от 15.08.1969 г. предусматривалось оснащение

испытательных полигонов БР радиотелеметрическими средствами системы БРС-4. В развитие этого Постановления с использованием совмещенной системы «Сириус»/БРС-4 в 1970–1990 гг. было обеспечено проведение летных испытаний более 15 типов БР и 2 РКН (см. таблицу), а также ряда БРСД КБМ (МОП) и крылатых ракет (КР) НПОмаш (МОМ). Как эту задачу удалось решить «одной системой» — это отдельная история [16, 17].

1991–2006 гг. Летные испытания «Тополя-М» были завершены с использованием повторно освоенной в 1996–1999 гг. в экспериментальном производстве НПО ИТ бортовой телеметрии БРС-4/«Скут». Создание в России новых типов БР, РКН

и разгонных блоков РКН послужило толчком для дальнейшего развития ракетных радиотелеметрических систем типа РТСЦ и «Орбита-ТМ». Наступило начало эры отечественной ракетной радиотелеметрии с чисто цифровым радиоканалом. Благодаря высокоинформативному каналу системы РТСЦ и «Орбита» приобрели качество совмещенности — возможности передачи всех видов бортовых измерений по одному радиоканалу и потеснили систему БРС-4/«Скут». На МБР типа ЗМЗ0 была размещена телеметрия «Орбита-ТМ» с цифровой радиолнией с информативностью 3,14 Мбит/с (ОКБ МЭИ в содружестве с Ижевским радио-заводом и ОКБ ИРЗ). На РКН типа «Союз-2» размещена телеметрия РТС-Ц (ОАО «РКС», В. В. Храмов В. Б. Харин, О. Е. Хромов, С. И. Ануркин, А. П. Мягков, Б. М. Кузнецов, Г. Г. Комальдинов и др.). На РКН «Ангара» размещена «Орбита-ТМ». Для описания деталей истории развития телеметрии в 1991–2016 гг. еще не пришло время.

После 2016 г. Представляется неизбежным создание первого отечественного стандарта по ракетной радиотелеметрии и организационной группы по его поддержке (аналог американской группы IRIG). При сохранении развернутого парка высокоэффективных приемных радиотелеметрических антенн ожидается постепенное вытеснение аналого-цифрового метода передачи данных по радиоканалу системы БРС-4 цифровыми линиями связи. Персональный компьютер в совокупности с приемной антенной и с приемником становится основой наземной станции. В связи с введением первого отечественного стандарта по ракетной радиотелеметрии можно прогнозировать переход в цифровой радиолнии системы «Орбита-ТМ» от метода модуляции «ФМ-2» к методу модуляции типа частотной манипуляции с непрерывной фазой (ЧМНФ, помехоустойчивость, близкая к «ФМ-2», более узкий излучаемый спектр и низкий уровень внеполосных излучений).

Список литературы

1. *Вальтер Дорнбергер*. ФАУ-2. Сверхоружие Третьего рейха 1930–1945 / Пер. с англ. И. Е. Полоцка. М.: Центрполиграф, 2004. 351 с.
2. *Трахтман А. М., Старцев В. К.* История Российского НИИ космического приборостроения. Под общей редакцией Л. И. Гусева, вып. 1. М., 1994.
3. *Орлов А. С.* Секретное оружие Третьего рейха. М.: Наука, 1975.
4. Переписка Председателя Совета Министров СССР с Президентами США и Премьер-министрами Великобритании. М.: Политиздат, 1976.
5. *Черток Б. Е.* Ракеты и люди. М.: Машиностроение, 1994 (первое издание).
6. *Викторов Б.* Кто есть кто // Наука и жизнь, 1988, № 12. С. 74–76.
7. *Баженов А.* Одни лишь факты // Наука и жизнь, 1988, № 12. С. 76–79.
8. *Королева Н. С. П. Королев. Отец.* В 3 книгах (книга 2). М.: Наука, 2007.
9. *Глушко А.* Первопроходцы ракетостроения. История ГДЛ и РНИИ в биографиях их руководителей. М.: Русские витязи, 2010.
10. *Гориш А. В., Дмитриенко А. Г., Панов Д. В., Пономарев С. А.* Краткая история отечественной ракетно-космической техники. В кн. «Научные и организационные основы проведения НИОКР отраслевыми НИИ». М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. 213 с.
11. Космонавтика и ракетостроение. Биографическая энциклопедия. М.: ИД «Столичная энциклопедия», 2011. 840 с.
12. *Кобленц А., Оуэнс Г.* Транзисторы. Теория и применение. Пер. с англ. М.: ИЛ, 1956. С. 396.
13. *Трахтман А. М., Старцев В. К.* История Российского НИИ космического приборостроения. На путях становления и прогресса ракетно-космической электроники. Под общ. ред. Л. И. Гусева, вып. 2. М., 1996.
14. *Селиванов А. С., Старцев В. К.* ОАО «Российские космические системы». История становления и развития // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы, 2014, т. 1, вып. 1, с. 78–87.
15. *Крисс П. Ж., Победоносцев К. А., Попереченко Б. А., Жерихин Н. В., Новиков М. Е., Попов С. М.* История ОКБ МЭИ (к 50-летию организации) // Радиотехнические тетради, 1995, № 7 (ОКБ МЭИ).
16. *Победоносцев В. А.* Очерки истории развития отечественной ракетной радиотелеметрии (1946–2005) и место системы БРС-4 в этой истории, 3-е изд. Троицк: Тровант, 2007. 160 с.
17. *Победоносцев В. А.* Записки телеметриста. Троицк: Тровант, 2015. 476 с.