

ПЕРВЫЕ МЕТЕОСПУТНИКИ

В.П. Ходненко

Представлена история создания первых метеоспутников – космической электротехнической лаборатории «Омега», «Метеор-1», «Метеор-2», «Метеор-3». Приведены оригинальные инженерные решения конструкций различных систем спутников.

Ключевые слова: КА «Метеор-1», КА «Метеор-2», КА «Метеор-3», метеорологические спутники, метеорологические системы.



КЭЛ «Омега» в Политехническом музее

Научно-производственное предприятие Всесоюзский (ранее Всесоюзный) научно-исследовательский институт электромеханики (НИИ ВНИИЭМ) в начале 60-х гг. XX века стал основоположником в нашей стране создания космических систем для гидрометеорологии и контроля окружающей среды.

А.Г. Иосифьян в качестве главного конструктора электрооборудования для ракетно-космической техники, многие учёные и инженеры института непосредственно участвовали в разработке и создании баллистических ракет, ракет-носителей и многочисленных космических аппаратов, начиная с первого в мире ИСЗ (запуск 4 октября 1957 г.), пилотируемых кораблей-спутников с космонавтами на борту.

Для ракет и космических аппаратов в те годы разрабатывались и поставлялись электромашинные и статические вторичные источники питания, коммутационные аппараты, реле-регуляторы, приводы рулевых машин и многое другое.

Первая межконтинентальная баллистическая ракета Р-7, созданная под руководством С.П. Королёва, с помощью которой запускались первые спутники и гагаринский «Восток», была буквально начинена электрооборудованием, созданным в институте. Эта работа была достойно отмечена, и свою первую награду – орден Трудового Красного Знамени институт получил в 1961 г. после полёта Ю.А. Гагарина, а главный конструктор А.Г. Иосифьян был удостоен звания Героя Социалистического Труда.

Чтобы квалифицированно заниматься ракетной техникой, в институте пришлось создавать новые подразделения, специализирующиеся по отдель-

ным узлам бортового электротехнического комплекса, привлекать опытных, грамотных людей. Помогало то, что институт уже имел опыт в создании бортовой самолётной электротехники, поэтому многие специалисты, работавшие в этом направлении, были привлечены и к ракетной технике.

Ракетно-космическая техника развивалась, появлялось разнообразное электрооборудование не только для «короткоживущих» ракет, но и для длительно действующих космических аппаратов. Требования к оборудованию всё усложнялись, а знаний об условиях работы в космосе и, тем более, опыта конструирования и эксплуатации космической электротехники было явно недостаточно.

В 1960 г. два главных конструктора А.Г. Иосифьян и М.К. Янгель решили создать специальную космическую лабораторию для исследований и отработки в реальных условиях длительного полёта в космосе некоторых видов электротехнической аппаратуры и материалов. Правительство поддержало их предложение, и в 1960 г. вышло решение о создании двух спутников – космических электротехнических лабораторий (КЭЛ). Эти спутники в процессе разработки получили название «Омега».

КЭЛ с самого начала задумывалась как не-



А.Г. Иосифьян

обычный спутник, технически не похожий на те, что создавалось до этого. ВНИИЭМ начал исследовать в КЭЛ различные режимы ориентации – на Землю и Солнце. До этого на всех космических аппаратах в качестве силы, способной создавать управляющие моменты относительно центра массы, использовались газореактивные двигатели. Но длительное поддержание спутника в ориентированном состоянии потребовало бы большого запаса газа для реактивных двигателей, и не осталось бы массы для научных приборов. В связи с этим появилась идея создать электромеханическую систему ориентации.

Применение электродвигателей-маховиков в качестве управляющих органов, расположенных по трём осям КА, было предложено ещё в 1902 г. К.Э. Циолковским. Но на практике реализовать эту идею удалось только в 1960-х гг. Имея три двигателя-маховика, можно управлять движением аппарата вокруг центра масс по трём осям, при этом значительно сокращается расход рабочего тела, а необходимая электроэнергия поступает с солнечных батарей. Такая система ориентации и управления движением КА впервые в мировой практике была реализована на борту КЭЛ «Омега».

Для ведения работ сформировался небольшой коллектив, куда вошли специалисты по динамике полёта: И.Е. Сахаров, конструктор А.В. Чаев, ведущий электромеханик института Н.Я. Альпер. Был создан специальный сектор, который поручили возглавить молодому инженеру Ю.В. Трифонову. Когда по спутнику «Омега» вышло решение Правительства, дирекция организовала специальное конструкторское бюро (СКБ) во главе с опытным и волевым М.Т. Геворкяном, работавшим главным технологом института. Он вёл все конструкторские и технологические вопросы, а сектор Ю.В. Трифонова проводил работы, связанные с электрикой, общей схемой аппарата, отдельными узлами, и занимался испытаниями. С большими трудностями были сделаны два спутника и отправлены на космодром Капустин Яр.

Для запуска были предложены небольшие ракеты конструкции М.К. Янгеля, которые потом стали называться «Космос», так как с их помощью запускались многие спутники серии с таким же названием. Первоначально это была баллистическая шахтная ракета, к которой добавили вторую ступень. На стартовой позиции первая ступень располагалась в пусковой шахте, а вторая – над ней под открытым небом. 13 апреля 1963 г. состоялся первый старт, а 13 декабря 1963 г. был запущен второй спутник. Хотя и с недостатками, но в целом эти спутники, получившие после пуска наименование «Космос-14»

и «Космос-23», работали. Оба спутника были выведены на орбиты высотой 250 – 350 км, наклоном 49°. Максимальная продолжительность работы на орбите – 6 мес.

Спутники «Космос-14» и «Космос-23» были небольшие – массой около 300 кг, но буквально начислены новинками.

Ориентация и стабилизация впервые осуществлялась по трём осям с помощью электродвигателей-маховиков, созданных под руководством конструктора А.И. Мельникова. Имелись датчики положения Земли, Солнца, акселерометры, которые давали необходимые информационные сигналы для двигателей-маховиков.

Спутники имели солнечные батареи, работавшие в режиме ориентации на Солнце, что существенно повышало их эффективность. Был впервые разработан режим закрутки спутника вокруг оси, ориентированной на Солнце, со стабилизацией этого вращения. Этот режим впоследствии широко использовался на пилотируемых кораблях при эксплуатации станций серии «Салют». Так уже в 1963 г. ВНИИЭМ заявил о себе как об интересном космическом предприятии, обладающем собственным творческим стилем работы.

Спутники «Омега» создавались, в основном, очень молодыми людьми. Это потом их назовут основоположниками, ветеранами, внёсшими фундаментальный вклад в создание и развитие космической науки и техники во ВНИИЭМ. Среди них, кроме упомянутых, следует назвать Ф.И. Кулешову, Д.М. Вейнберга и Г.Л. Людина, О.М. Мирошника, В.А. Вьюгина, И.Н. Карнаухова, Д.Х. Сараджева, А.С. Сургунда, Ю.Л. Тележкина, И.А. Ермакова, К.С. Косенчука, Г.М. Малахова и Г.А. Аكوпова.

Примерно в это же время было принято судьбоносное для института решение участвовать в конкурсе по созданию отечественного метеоспутника. В этом же конкурсе участвовали со своим проектом сотрудники одного из КБ фирмы М.К. Янгеля, которому была первоначально поручена эта работа. Это КБ предложило свой проект метеоспутника, в котором для пассивной ориентации на Землю использовалось гравитационное поле. Конструктивно спутник выглядел как своеобразная «гантель», на одном конце которой располагалась последняя ступень ракеты, на другом – цилиндр, вынесенный на длинной штанге, в котором размещались научная и служебная аппаратура. В гравитационном поле нашей планеты эта «гантель» своей продольной осью была бы направлена к центру Земли.

ВНИИЭМ предложил спутник с активной ориентацией, использующей для этого электромеханическую систему из трёх двигателей-маховиков. Предусматривалась эффективная поворотная солнечная батарея.

Эти два проекта рассматривались на Межведомственном научно-техническом Совете при Академии наук СССР, который возглавлял Президент АН СССР М.В. Келдыш. Этот Совет был авторитетным «штабом» формирования космических программ. После тщательного анализа было принято предложение ВНИИЭМ, и проект получил название «Метеор».

Выиграв конкурс на проект метеоспутника, ВНИИЭМ сразу оказался вовлечённым в гонку за его скорейшую реализацию. А спутник был задуман для тех времён сложный, со многими первопроектными решениями собственной конструкции.

Институт создал собственную систему поиска Земли и построения, так называемой, местной вертикали. Построитель местной вертикали мог обеспечить более высокую точность и надёжность наведения, чем конструкции других специализированных приборных фирм.

Проблемой была разгрузка электродвигателей-маховиков (системы успокоения и ориентации спутника). Дело в том, что для гашения возмущающих воздействий на спутник, требовалось увеличивать скорость вращения маховика. Для каждого двигателя-маховика есть предел угловой скорости, который обычно называют насыщением. При достижении её он теряет работоспособность. Чтобы её восстановить, надо каким-то способом остановить его вращение.

На спутниках «Омега» это достигалось с помощью газореактивной системы, которая при насыщении какого-то двигателя-маховика компенсировала торможение маховика, поддерживая ориентацию аппарата, но это требовало расходов топлива, и такая система для длительной работы была бесперспективна.

Группа сотрудников ВНИИЭМ разработала систему, в которой для разгрузки двигателей-маховиков использовалось магнитное поле Земли. С помощью магниточувствительных датчиков определялись моменты включения электромагнитных катушек, чтобы разгрузить тот или иной двигатель-маховик. Использование такой электромагнитной разрядки позволило уменьшить массу и многократно увеличить ресурс системы ориентации. В проекте «Метеор» впервые были предложены независимо ориентированные на Солнце солнечные батареи, что позволило многократно повысить мощность системы энергопитания.

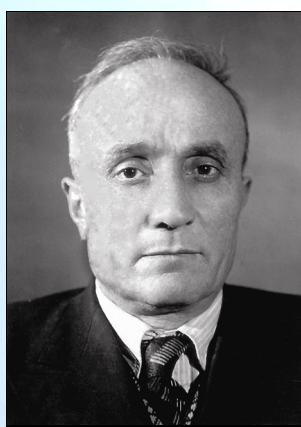
При разработке автоматической системы ориентации солнечных батарей КА «Метеор» был использован принцип компенсации возмущений, действующих на корпус КА при разгоне и торможении солнечных батарей, момент инерции которых превышал момент инерции корпуса. В приводе солнечных батарей был установлен маховик, ком-



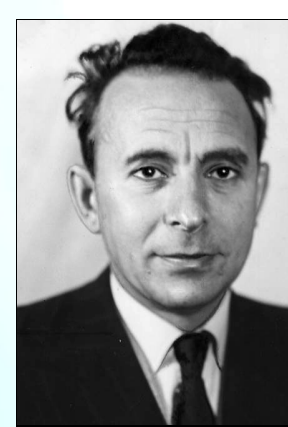
Ю.В. Трифонов



И.Е. Сахаров



М.Т. Геворкян



Н.Я. Альпер

пенсирующий возмущения на корпус КА. В дальнейшем, создание высокоточных невозмущающих систем ориентации солнечных батарей сформировалось в одно из ведущих направлений института.

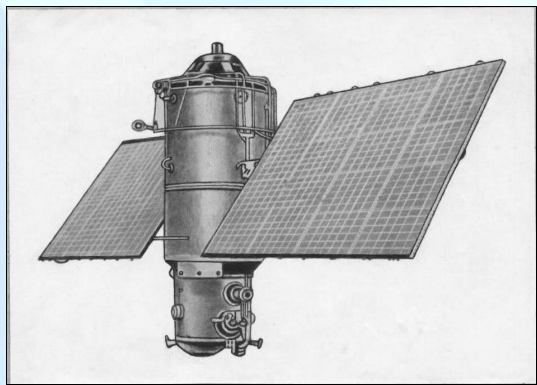
Разработанные во ВНИИЭМ системы ориентации солнечных батарей установлены на ряде искусственных спутников Земли и зарекомендовали себя с наилучшей стороны.

ВНИИЭМ принял роль головного исполнителя по КА в целом и технической координации систем спутника, заказанных в разных организациях.

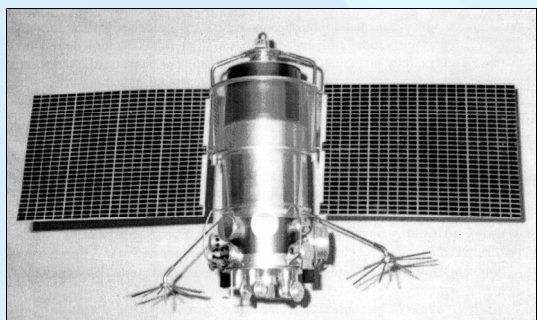
Электромеханика стала магистральным направлением в совершенствовании космических аппаратов.

Конструкцию спутника, радиотехническую и телевизионную аппаратуру ВНИИЭМ делал сам, поэтому владел вопросами надёжности, были составлены методики испытаний, позволявшие выявлять дефекты ещё на Земле.

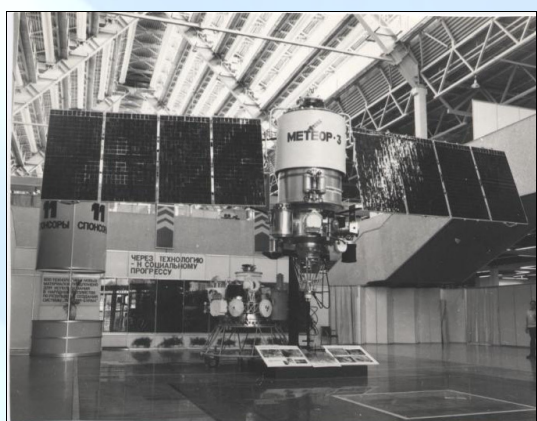
На лётную отработку новых систем и конструкции было использовано три – четыре КА «Метеор», на которых всё было проверено.



КА «Метеор-1»



КА «Метеор-2»



КА «Метеор-3»



ИПРЗ «Метеор-Природа»

Показательный пуск КА «Космос-122» прошёл успешно 25 мая 1966 г. в присутствии генерала де Голля и Л.И. Брежнева. Участники работ, включая главного конструктора А.Г. Иосифьяна и Председателя Госкомиссии К.А. Керимова, были надёжно изолированы в бункере под охраной солдат и видели издали только шляпу высокого гостя.

Было официально объявлено, что в Советском Союзе создана космическая метеорологическая система «Метеор», использующая одноимённые спутники, которые собирали информацию об облачности и тепловом излучении Земли с большей части поверхности земного шара. Заместитель начальника Гидрометеослужбы СССР Г.И. Гольшев и А.Г. Иосифьян, скрывавшийся под псевдонимом «профессор И. Андронов» (в то время все конструкторы космической техники были строго засекречены), комментировали запуск этого спутника в газетах «Правда» и «Известия», рассказывали о подробностях конструкции и описывали возможности аппаратов.

Метеорологическая космическая система «Метеор», эксплуатировавшаяся более 10 лет, обеспечивала получение телевизионной и актинометрической информации в инфракрасном диапазоне для составления прогнозов погоды и метеорологического обеспечения народного хозяйства и обороны страны.

Подготовка к запуску следующего метеоспутника на космодроме Байконур прервалась самым неожиданным образом. На старте взорвалась ракета с беспилотным кораблём «Союз». Работы остановились, восстановление старта требовало года работы. И тогда дирекция ВНИИЭМ приняла мудрое решение – перебазироваться на северный космодром Плесецк. В короткий срок было подготовлено помещение для испытаний, оборудование. Самое главное, теперь можно было запускать той же ракетой Р-7 метеоспутники с наклоном орбиты не 65° , как раньше, а 82° . Это давало возможность охватить наблюдениями полярные районы и «осматривать» системой из 2 – 3 спутников весь земной шар дважды в сутки, что имело основное значение для метеорологов.

Шестой и все последующие метеоспутники стартовали с космодрома Плесецк. Для предстартовой подготовки и ремонтных работ здесь был создан специальный филиал ВНИИЭМ.

Срок службы первых метеоспутников из-за отказов электроники, несмотря на дублирование систем, был невелик (6 – 8 мес.). Чтобы поддерживать функционирование космической метеорологической системы, требовалось запускать их часто, а значит поставить их производство на индустриальные рельсы. Министерство общего машиностроения СССР, отвечавшее за космическую тематику, решило наладить производство метеоспутников на своём Днепропетровском машиностроительном заводе по документации ВНИИЭМ. До этого завод делал только элементы конструкции «Метеоров» и несложные спутники.

А тут довольно сложный электротехнический аппарат, сделанный не по их канонам, тем не менее, спутники были внедрены в серийное производство. ВНИИЭМ выступал в роли коллективного Главного конструктора.

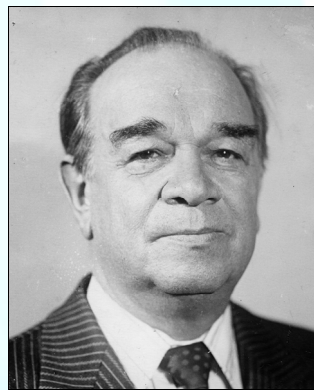
По чертежам ВНИИЭМ в Днепропетровске было выпущено 25 КА «Метеор-1». Не все они выработали гарантийный ресурс. Но большинство работало достаточно устойчиво, и это дало основание правительству выпустить в 1969 г. Постановление о приёме космической системы «Метеор» в постоянную эксплуатацию. В составе системы непрерывно работали два – три спутника и три специально созданных наземных пункта приёма, обработки и распространения метеорологической информации. Творческий вклад создателей системы был высоко оценён правительством, многие сотрудники ВНИИЭМ были награждены орденами и медалями, а А.Г. Иосифьян и И.Е. Сахаров удостоены Ленинской премии.

ВНИИЭМ становился полноправным членом «клуба» космической метеорологии в рамках мировой службы погоды – головной организацией СССР по космическим системам дистанционного зондирования Земли из космоса в интересах гидрометеорологии, мониторинга состояния окружающей среды и наблюдения геогелиофизических параметров околоземного космоса.

По инициативе и под научным руководством Главного конструктора, директора института А.Г. Иосифьяна, ВНИИЭМ в кооперации с рядом НИИ и КБ Минрадиопрома, Миноборонпрома и Минобщемаша разработал, испытал в космосе, внедрил в серийное производство и обеспечил в период 1966 – 1976 гг. эксплуатацию первой в СССР космической метеорологической системы «Метеор» для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и атмосферы.

На основе результатов эксплуатации и учитывая зарубежный опыт, ВНИИЭМ с кооперацией в начале 70-х гг. XX века стал активно развивать новое направление космической техники ДЗЗ – исследование природных ресурсов Земли (ИПРЗ) и создал на базе КА «Метеор», также впервые в стране, экспериментальную космическую систему ИПРЗ «Метеор-Природа».

У ВНИИЭМ, по мере накопления опыта, появилась потребность совершенствовать «Метеор-1» – повысить его надёжность, точность ориентации, мощность энергопитания, а главное, улучшить информационный комплекс. Изготовители в Днепропетровске особой ответственности за судьбу КА не чувствовали. В связи с этим решено было создать спутник следующего поколения и выпускать его своими силами. Серийное производство новых спутников было передано Истринскому филиалу, где в 1973 г. стало создаваться космическое производство. Директор Истринского филиала В.И. Адасько поддержал эту идею. Интенсивное развитие получили в филиале отделы и лаборатории разработчиков и испытателей космической техники.



Н.Н. Шереметьевский



В.И. Адасько

Технические характеристики КА «Метеор-1» и всей системы многократно публиковались, они, безусловно, сыграли в истории советской космической техники выдающуюся роль. Однако уже к началу 70-х годов XX века потребовалась серьёзная переработка как самого космического аппарата (конструкции и служебных систем), так и информационных систем – телевизионной аппаратуры в видимом и инфракрасном диапазонах.

Необходимо отметить, что ВНИИЭМ, понимая перспективность применения средств коррекции орбиты метеорологических и природно-ресурсных КА, впервые в мировой практике осуществил в 1970-е гг. совместно с ИАЭ им. И.В. Курчатова и ОКБ «Факел» (г. Калининград) интеграцию электроракетной двигательной установки на базе ксеноновых стационарных плазменных двигателей в составе КА типа «Метеор» и «Метеор-Природа».

Корректирующие двигательные установки (КДУ) данного типа эффективно использовались на КА разработки ВНИИЭМ в течение более 10 лет.

За это время были отработаны принципиальные вопросы работоспособности и надёжности КДУ, а также методики проведения оптимальных по времени и расходу электроэнергии прецизионных коррекций с целью установления кратных орбит и обеспечения прохода трассы КА через определённые районы земной поверхности.

В ходе проведения указанных работ была опробована методика оперативного прогнозирования параметров орбит при коррекции, получен опыт оперативного управления КА на орбите с помощью двигателей малой тяги.

Одновременно, глубоко изучив состояние космической техники и требования к информационной аппаратуре наблюдения Земли из космоса в ведущих странах (США, Франция), ВНИИЭМ приступил к созданию следующего поколения техники КА «Метеор-2». При этом ВНИИЭМ не только выполнял роль головного

предприятия по КА и космической системе в целом, но и создал в рамках этой работы весь комплекс бортовых систем ориентации, управления, энергоснабжения и конструкции КА – разработал так называемую спутниковую платформу (СП), унифицированную для ряда различных направлений ДЗЗ из космоса – гидрометеорологии, исследования природных ресурсов, экологического мониторинга и гелиогеофизического контроля окружающего космического пространства.

Разработка информационно-радиотехнического бортового и наземных комплексов получения и обработки информации ДЗЗ проводилась кооперацией НИИ и КБ. Серийное производство и поставка заказчику КА «Метеор-2» проводилось в Истринском филиале ВНИИЭМ.

Главными отличиями КА второго поколения «Метеор-2» от «Метеор-1» стала его значительно возросшая надёжность и долговечность, повышенная точность ориентации и стабилизации, удобство и низкая стоимость управления спутником при эксплуатации. Информационные системы «Метеор-2» обладали повышенной разрешающей способностью, обеспечивали глобальный обзор всей Земли дважды в сутки и могли непрерывно передавать метеорологическую информацию на малые пункты приёма во всём мире.

Одним из принципиальных новшеств при создании КА «Метеор-2» была разработка и внедрение автоматизированной системы «АИСТ» для комплексных испытаний спутника, которая использовала разработанную в институте управляющую вычислительную машину «В-3М». Надо отметить, что «АИСТ» была первой системой в отечественной космонавтике, способной проводить испытания в реальном масштабе времени на заводе-изготовителе и на технической базе космодрома. Это позволило значительно повысить достоверность испытаний и надёжность спутника по сравнению с использовавшимися ранее ручными и полуавтоматическими методами.

В 1975 г. с космодрома Плесецк стартовал первый спутник серии «Метеор-2», разработанный и изготовленный во ВНИИЭМ, который превращался в крупную космическую фирму.

Хотя при разработке КА «Метеор-2» полностью использовался опыт «Метеор-1», это был принципиально новый КА, ставший родоначальником целого ряда спутников не только для гидрометеорологии, но и для изучения природных ресурсов Земли, геофизических исследований, экологического мониторинга и других целей.

Космическая метеорологическая система «Метеор-2» успешно прошла этап лётно-конструкторских испытаний. Уже первый КА «Метеор-2» (пуск 11.07.75 г.) проработал более двух лет и полностью выполнил свои задачи. С 1977 г. (после пуска КА «Метеор-2» № 2) началась факти-

ческая эксплуатация этой системы в интересах Гидрометеослужбы и хозяйственных отраслей.

В 1982 г. космическая система «Метеор-2» была принята в постоянную эксплуатацию и функционировала с 1975 до 1993 гг. Было запущено 25 космических аппаратов, а средняя наработка по всем КА составила более 200% гарантийного полётного ресурса.

Научное и техническое руководство созданием «Метеор-2» и его модификацией осуществлял Главный конструктор А.Г. Иосифьян и его заместители Н.Н. Шереметьевский, Ю.В. Трифонов, В.И. Адасько.

При использовании спутниковых платформ первого поколения (СП-I) разрабатывались и эксплуатировались в дальнейшем космические системы для гидрометеорологии (ГМКС «Метеор-2»), для исследований природных ресурсов Земли («Ресурс-О1»), были проведены космические эксперименты («Интеркосмос – Болгария-1300» и «Астрофизика»). Всего в 1978 – 2000 гг. работало 30 космических аппаратов с информационными приборами 20 типов.

Затем в 1985 г. была создана спутниковая платформа второго поколения СП-II, в которой были реализованы принципиальные технические новшества, достигнута максимальная унификация конструкций.

Высокий уровень параметров платформы и её интерфейсов обеспечил интеграцию с современными информационно-измерительными приборами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) мирового уровня.

На базе платформы СП-II были разработаны и эксплуатировались метеорологические КА третьего поколения «Метеор-3». Разработку КА «Метеор-3» принял на себя Истринский филиал ВНИИЭМ, где в ходе модернизации КА «Метеор-2» сложился коллектив высококвалифицированных специалистов, и создана современная производственно-технологическая и испытательная база.

При создании КА «Метеор-3» был использован не только конструкторский опыт КА «Метеор-2», но и наиболее удачные, вновь созданные и отработанные во ВНИИЭМ технические решения по системам спутника «Ресурс-О» и другим разработкам. В итоге получилась универсальная платформаноситель информационной аппаратуры – спутник «Метеор-3». Он стал базовым для дистанционного зондирования Земли из космоса.

КА «Метеор-3» имел высокую точность ориентации, что очень важно для обеспечения высокой разрешающей способности аппаратуры ДЗЗ, более надёжную и мощную систему энергоснабжения, срок службы два – три года. КА «Метеор-3» летал по более высокой круговой орбите около 1200 км и обладал лучшим, по сравнению со своими предшественниками, информационным комплексом.

Поступила в редакцию 28.07.2011

Владимир Павлович Ходненко, д-р техн. наук, главный научн. сотрудник, т. 624-94-98, e-mail: vniiem@orc.ru.