

дений за карстовыми процессами. Смещения земной поверхности, изменения на зданиях и сооружениях на закарстованных участках составляет примерно от 3 до 6 циклов за год.

Основными геодезическими работами по наблюдению за карстовыми процессами являются различные определения границ явления в плане проводимые теодолитной или тахеометрической съемкой. Эти измерения обязательно должны сопровождаться линейными измерениями, которые проводятся лазерными дальномерами.

Вертикальные смещения грунтов определяются геометрическим нивелированием.

При этом основной задачей инженерно-геодезических работ на карстовых территориях является определение границ явления и его динамики.

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*С. В. Устюгов, Н. А. Плеханова*

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань (Россия)*

Космическая деятельность России осуществляется в соответствии с Федеральным законом «О космической деятельности» от 29.11.1996 г. № 147-ФЗ, а также постановлениями и распоряжениями Правительства Российской Федерации, введенными в действие на основании указанного закона.

Реализация основ политики космической деятельности Российской Федерации осуществляется Российским космическим агентством путем выполнения задач, определенных Федеральной космической программой России на 2006–2015 годы (ФКП-2015) и федеральной целевой программой «Глобальная навигационная система» (ФЦП «ГЛОНАСС»), утвержденных постановлениями Правительства Российской Федерации от 22 октября 2005 г. № 635 и 20 августа 2001 г. № 587 соответственно.

Целью ФКП-2015 является удовлетворение растущих потребностей государственных структур, регионов, а также населения страны в космических средствах и услугах на основе:

- улучшения использования космического пространства в экономической, социальной, научной, культурной и других областях деятельности РФ, а также в интересах безопасности страны;
- расширения международного сотрудничества в области космической деятельности.

Основными задачами Программы являются:

- развитие, восполнение и поддержание орбитальной группировки космических аппаратов в интересах социально-экономической сферы, науки и безопасности страны;
- создание, развертывание и эксплуатация элементов российского сегмента международной космической станции для проведения фундаментальных и прикладных исследований;
- обеспечение функционирования российского сегмента международной спутниковой системы поиска и спасания КОСПАС – САРСАТ;
- создание перспективных средств выведения космических аппаратов;
- поддержание объектов космодрома Байконур и их развитие;
- обеспечение создания изделий ракетно-космической техники с характеристиками мирового уровня.

Из-за сложившийся отрицательной экономической картины XX столетия дальнейшее развитие российских космических средств подвержено ряду проблем. Российская орбитальная группировка космических аппаратов социально-экономического и научного назначения, кроме связи и вещания, не получает данного развития, которое требуется для полного решения задач в интересах социально-экономической сферы, науки и международного сотрудничества. В задачах природопользования, гидрометеорологии и отслеживания чрезвычайных ситуаций необходимы современные методы решения, однако на данный момент это невозможно, т. к. орбитальные средства дистанционного зондирования Земли в России практически отсутствуют. Российские космические аппараты прежней разработки не обладают требуемыми характеристиками в части сроков активного существования, возможности целевой аппаратуры, пропускной способности и быстродействия информационных каналов, возможности автономной обработки информации на борту космических аппаратов. Отстают от требований времени состав и показатели качества наземной аппаратуры потребителей. Если не будут приняты адекватные меры, этот процесс станет необратимым и превратится в тормоз на пути ускоренного развития технико-экономического потенциала страны.

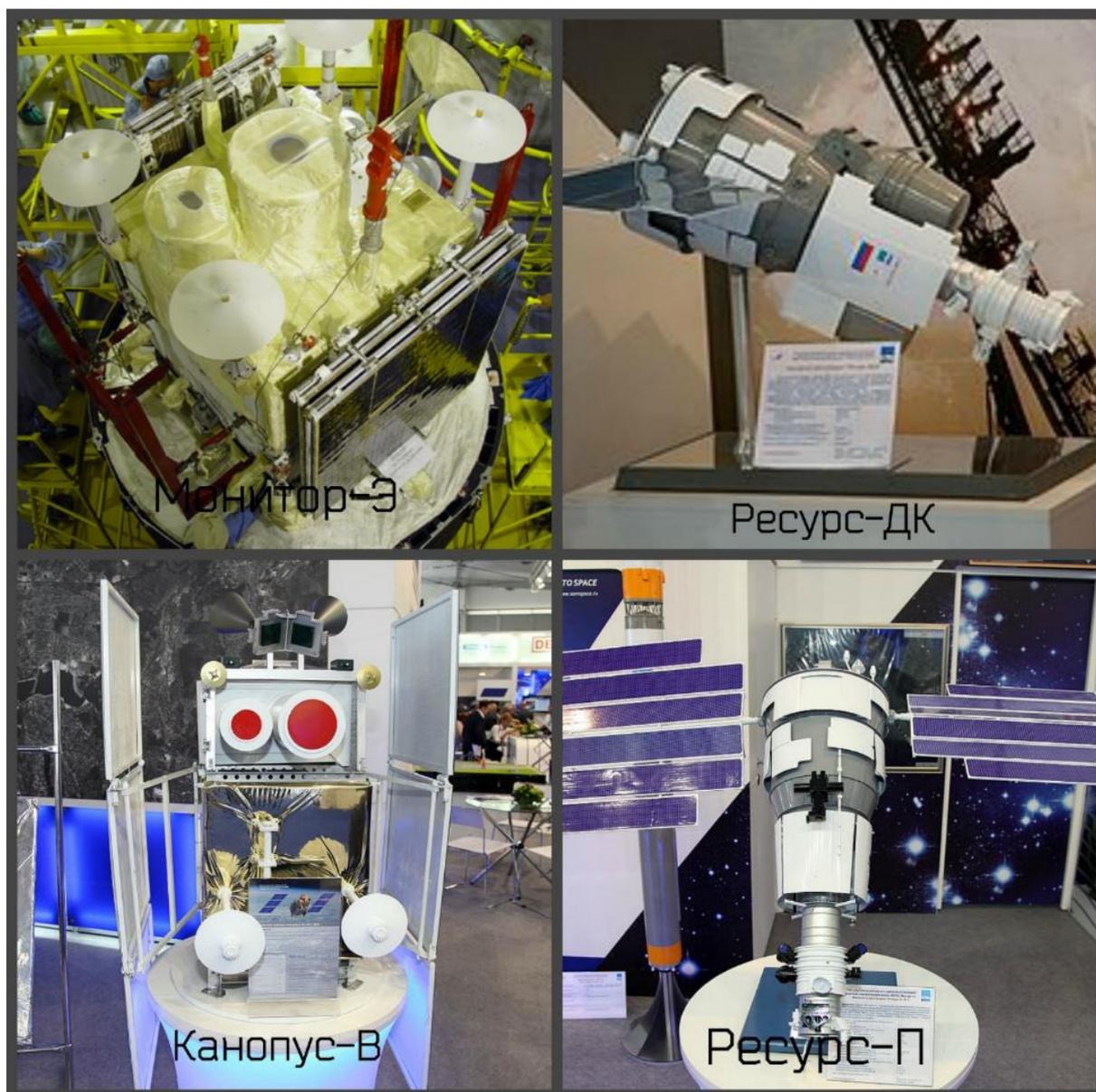
Программные мероприятия, финансируемые за счет бюджетных средств, включают работы:

- «Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы»;
- «Закупки серийной космической техники для поддержания функционирования группировки космических аппаратов в требуемом составе»;
- «Поддержание объектов наземной космической инфраструктуры»;
- «Государственные капитальные вложения на реконструкцию, техническое переоснащение промышленных предприятий и развитие объектов наземной космической инфраструктуры».

Мероприятия, выполняемые за счет средств, инвестируемых негосударственными заказчиками: космические средства связи, вещания и ретрансляции; дистанционное зондирование Земли, гидрометеорологическое наблюдение и т. д.

Федеральной космической программой предусмотрено создание новых космических аппаратов на период 2006–2015 гг.

В настоящее время реально находятся на орбите Земли и используются следующие космические аппараты Российской Федерации.



*Рис. 1. Космические аппараты Российской Федерации*

«Монитор» – серия малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, которая была создана в Государственном космическом научно-производственном центре имени М. В. Хруничева. Предполагалось,

что серия будет состоять из спутников «Монитор-Э», «Монитор-И», «Монитор-С» и «Монитор-О», однако на сегодняшний день в федеральной космической программе эти спутники отсутствуют. Создание такого космического аппарата в России являлось важным шагом для дальнейшего развития систем мониторинга Земли. «Монитор-Э» был запущен 26 августа 2005 года. На спутнике были установлены две камеры с разрешением 8 и 20 м. Одна работала в панхроматическом режиме (один канал), а другая в многоканальном (3 канала). Объем бортовой памяти составлял 50ГБ. После выхода на орбиту и во время работы возникали различные неполадки, но вскоре 26 и 30 ноября первые изображения с камер все же были получены. В 2011 году использование прекращено.

«Ресурс-ДК1» – российский космический аппарат дистанционного зондирования Земли, созданный ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», который был запущен 15 июня 2006 года. Аппарат выполняет основные задачи:

- высококачественная съемка земной поверхности;
- информационное обеспечение экологии и ее охраны;
- специализированные задачи в интересах МЧС России.

Кроме фотографического оборудования на спутнике установлено научное оборудование PAMELA и ARINA. Благодаря аппарату PAMELA в 2011 году было установлено, что радиационный пояс Земли содержит тонкий слой частиц антиматерии (антипротонов), который образуется при взаимодействии верхних слоев атмосферы с космическим излучением. А в ходе эксперимента ARINA по регистрации всплеска частиц высоких энергий была обнаружена возможность определить очаг предстоящего землетрясения.

«Канопус-В» – спутник, также предназначенный для дистанционного зондирования Земли. Изготовлен ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ», совместно с британской компанией Surrey Satellite Technology Limited. Был запущен 22 июля 2012 года в кластере из аппаратов БКА, МКА-ПН1 (Россия), ТЕТ-1 (Германия), exactView-1 / ADS-1b (Канада). Аппарат имеет панхроматическую и мультиспектральную камеры, поэтому съемка производится комбинированным матрично-сканерным принципом. В фокальной плоскости камер установлено по несколько ПЗС-матриц с разрешением 1920x985 пикселей: 6 ПЗС-матриц в ПСС; по 1 ПЗС-матрице на каждый из 4 каналов в МСС. Формируемые кадры имеют перекрытие. Также спутник оснащен антеннами систем GPS и ГЛОНАСС, бортовым вычислительным комплексом, звездными датчиками и т.д. Данные со спутника обрабатываются в Москве, Новосибирске, Хабаровске, Железногорске и Минске.

«Ресурс-П» – серия российских гражданских космических аппаратов, являющихся развитием проекта «Десурс-ДК1», разработчиком является ОАО «РКЦ «Прогресс» (ранее ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»). Из трех спутников первым был запущен «Ресурс-П» № 1 25 июня 2013 года. Аппарат оснащен оптико-электронным комплексом «ГЕОТОН-Л1» с сенсором

«Сангур-1У», гиперспектральной аппаратурой, комплексом широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры – ШМСА-ВР, ШМСА-СР. Благодаря «Геотон-Л1» получено высококачественное изображение земной поверхности с разрешением 70 см в монохроматическом режиме, за один пролет охватывается 38 км. ШМСА высокого разрешения имеет полосу захвата 97 км, а среднего разрешения – 441 км. Второй спутник «Ресурс-П» № 2 был запущен 26 декабря 2014 года. Он также снабжен комплексом научной аппаратуры «Нуклон» и орбитальным телескопом, которые предназначены для исследования Млечного Пути, поиска темной материи путем регистрации и излучения галактических космических лучей. С помощью установленной на спутнике гиперспектральной съемочной аппаратуры появилась возможность одновременной съемки одного и того же участка земной поверхности в большом количестве узких спектральных диапазонов, охватывающих видимую часть спектра и ближнюю часть инфракрасного диапазона. Последний спутник этой серии был запущен уже 13 марта 2016 года.

«Метеор-3М» – российский аппарат, запуск которого был осуществлен 10 декабря 2001 года и предназначался для получения гидрометеорологической информации. Но вскоре после запуска возникли проблемы с передачей данных, и 11 декабря 2003 года официально объявлено о прекращении работы. Для завершения поставленной цели 17 сентября 2009 года был запущен «Метеор-М» № 1, который был разработан ФГУП «НПП ВНИИЭМ». Оборудован многозональным сканирующим устройством малого разрешения, комплексом многозональной спектральной съемки среднего разрешения, бортовым информационным комплексом и т.д. Последний в свою очередь позволяет получать информацию в целях мониторинга климата и окружающей среды, а также решать определенные задачи гидрометеорологического обеспечения. В ходе эксплуатации до 2014 года аппаратом были получены данные:

- об изображении облачности, ледового и снежного покровов в инфракрасном излучении и микроволновом диапазонах;
- для определения температуры морской поверхности и радиационной подстилающей поверхности;
- о распределении озона в атмосфере;
- о спектральной плотности энергетических яркостей уходящего излучения для определения вертикального профиля температуры и влажности в атмосфере и др.

8 июля 2014 года был запущен «Метеор-М» № 2 для продолжения работы предыдущего спутника.

С 2013 года функционируют спутники «Аркон-2М» № 1 и «Аркон-2М» № 2, рассчитанные на семилетнюю работу. Съемка осуществляется в государственных и коммерческих интересах, а также в интересах обеспечения национальной безопасности России. Аппарат предназначен для съемки с высоким и средним разрешением: детальная съемка районов размером

10x10 км с разрешением до 1 м, обзорная - в полосе захвата шириной 450 км с разрешением на местности до 50 м и маршрутная съемка с длиной полосы 400-4000 км. При создании «Аркон-2» разработчики использовали опыт радиолокационного картирования поверхности Венеры с борта межпланетных станций «Венера-15» и «Венера-16». Уникальной особенностью проекта является трехдиапазонный радиолокатор. Система дециметрового диапазона (23 см) позволит вести наблюдения сквозь листву деревьев. Длина волны в 70 см обеспечит зондирование поверхности под слоем сухого грунта.

Разделом федеральной космической программы «Мероприятия, выполняемые за счет средств, инвестируемых в космическую деятельность негосударственными заказчиками» предусматривается создание космического спутника «СМОТР», заказчиком которой является ОАО «Газпром космические системы». В состав космического сегмента системы будут входить: радиолокационные спутники для всепогодного мониторинга объектов и территорий, оптикоэлектронный спутник сверхвысокого разрешения, спутники для съемок в инфракрасном диапазоне. Это позволит вести наблюдения в любое время суток и в любую погоду. Также аппарат будет являться источником информации для предприятий, занимающихся разведкой и разработкой месторождений, добычей и транспортировкой газа и конденсата. Помимо «СМОТР» запланирован запуск спутника «Ямал-601» в 2016 году, который заменит на геостационарной орбите спутник «Ямал-202». Аппарат будет обеспечивать телекоммуникационные услуги для потребителей, охватывая территории России, страны СНГ, Европу, Ближний Восток, Северную Африку и часть Юго-Восточной Азии.

В последнее время в России появилось ряд инициатив по созданию космических спутников дистанционного зондирования Земли на условиях государственно-частного партнерства. Например, проект создания МКС «Арктика». Для этого выполнен системный проект в соответствии с техническим заданием к государственному контракту Федерального космического агентства с ФГУП «НИИ точных приборов» от 19.06.2009 г. № 756-AP01/09. Подсистема «Арктика-М» предназначена для непрерывного гидрометеорологического мониторинга Арктической зоны, северных территорий и для гелиогеофизического мониторинга полярной области окружающего космического пространства. «Арктика-Р» предназначена для всепогодного радиолокационного мониторинга ледовой обстановки, картографирования, информационного обеспечения и контроля движения судов по трассе Северного морского пути, морских границ, обнаружения и мониторинга ЧС техногенного и природного характера в арктической зоне.

#### **Список литературы**

1. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований. М. : Academia, 2004. 333 с.
2. Серапинас Б. Б. Основы спутникового позиционирования. М. : Изд-во МГУ, 1998. 82 с.

3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
4. <http://www.vniiem.ru>
5. <http://www.gazprom-spacesystems.ru>

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ

*Т. Н. Кобзева, Д. Н. Янборисов*

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань (Россия)*

С точки зрения строительства, мосты являются наиболее затратными и сложными сооружениями. Они восстанавливаются в местах, где необходимо пересечь преграду естественного или антропогенного происхождения.

Учитывая эту особенность, перед нами встала задача изучения технологических особенности строительства мостов.

Мосты несут сильную транспортную нагрузку, соответствующую тому транспортному средству, которое эксплуатирует данное сооружение.

Нас интересовали инженерно-геодезические работы при проектировании и строительстве мостовых сооружений.

Первоначально необходимо провести геодезические изыскания, с целью получения сведений о особенностях рельефа местности, ее ситуации. Эта информация является основой при проектировании.

В нашем случае, необходимо применять методы плановой и высотной съемки для обоснования и строительства моста. Для этого необходимо проводить теодолитную, тахеометрическую и нивелирную съемку.

Проводя геодезические работы, основное внимание уделяется созданию геодезического (планового и высотного) обоснования. Для этого проводится топографическая съемка, трассирование сооружений линейного типа. Делается геодезическая привязка элементов моста, гидрологических створов и геологических выработок. Наносятся точки геофизической разведки и т.д. [1].

Основными геодезическими работами при строительстве мостов являются: топографическая съемка местности, создание планово-высотной геодезической (разбивочной) сети, центрирование опор и определение их осей, более подробная разбивка опор, промежуточная исполнительская съемка выполненного объема работ, геодезическое обоснование местоположения берегоукрепительных и регуляционных сооружений. Немаловажно определиться с геодезическим обоснованием сооружений инфраструктуры (пути подхода к мосту). Далее проводятся работы по определению местоположения и проведение монтажа пролетов. После чего проводится опять исполнительская съемка этих сооружений. После проведения монтажа пролетов, необходимо провести исполнительскую съемку, которая проводится