



КОСМОНАВТИКА

Авторы: В. П. Легостаев, М. Ю. Беляев, Е. А. Микрин (актуализация)

КОСМОНАВТИКА (от *космос* и греч. ναυτική – искусство мореплавания, кораблевождение), совокупность отраслей науки и техники, обеспечивающих создание *ракет* и *космических аппаратов*, их полёт в космическом пространстве и пребывание на внеземных объектах с целью изучения и освоения космоса для научных исследований и нужд человека. Космонавтика сочетает фундаментальные исследования (*астрономия*, *небесная механика*, *аэродинамика*, *газовая динамика*, теория горения, *космическая медицина*, *космическая биология* и др.) и исследования (а также разработки) прикладного характера (ракетостроение, управление полётом КА, *жизнеобеспечения система* на космическом корабле, создание *космодромов*, наземных комплексов управления полётом и др.).

Историческая справка

Стремление к полётам в космос присуще человеку с глубокой древности. В мифологии многих народов встречаются рассказы о полётах в небо (например, в ассиро-вавилонском эпосе, древнеиранских и греческих легендах). Попытки полёта с использованием ракетных двигателей описываются в древнекитайских легендах. В древнеиндийском эпосе «Махабхарата» содержатся наставления для полёта на Луну.

Теоретическое обоснование возможности полётов в космическое пространство впервые было дано К. Э. *Циолковским*, который считается основоположником современной космонавтики. В статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1903) и в последовавших её продолжениях (1911–12, 1914; 2-е изд. под названием «Ракета в космическое пространство», 1924) он теоретически обосновал возможность использования ракетных аппаратов для межпланетных сообщений, исследовал влияние силы сопротивления воздуха на движение ракеты и многое другое. Некоторые аналогичные выводы были сделаны Ю. В. *Кондратьевым* в 1919 в рукописи «Тем, кто будет читать, чтобы строить». Вопросам космонавтики посвящены работы И. В. *Мещерского*, Ф. А. *Цандера*, Н. А. Рынина и других российских учёных. За рубежом ранние труды по космонавтике были опубликованы Г. Гансвиндтом (1891–99, Германия), Р. *Годдардом* (1907, США), Р. Эно-Пельтри (1913, Франция), Г. Обертом (1923, Германия) и др. В 1920-х – начале 1930-х гг. во многих странах основаны первые общества космоса [в СССР (1924), Австрии (1926), Германии (1927), США (1930) и Великобритании (1933)], целью которых была пропаганда идей освоения космоса, а также содействие в решении практических проблем космонавтики.

В России для проведения практических работ в области космонавтики в Москве в 1921 была основана Газодинамическая лаборатория (ГДЛ), в 1931 – Группа изучения реактивного движения (ГИРД). С 1928 в ГДЛ проводились лётные испытания пороховых ракет (Н. И. *Тухомиров*). Первые испытания электрических и жидкостных РД проведены соответственно в 1929 и 1931 (В. П. *Глушко*). Первые пуски ракет с ЖРД проведены С. П. *Королёвым* в 1933 в ГИРД. В 1933 на базе ГДЛ и ГИРД был основан *Реактивный институт* (РНИИ). В США пуски ракет на ЖРД производились с 1926 (Р. Годдард), в Германии с 1931 (И. *Винклер*). В 1939–42 в

Германии создана одноступенчатая боевая ракета с дальностью полёта до 300 км (В. фон [Браун](#)).

Началом космической эры принято считать 4.10.1957 – день запуска в СССР первого в мире ИСЗ, созданного под руководством С. П. Королёва. Вслед за СССР [ракеты-носители](#) (РН) и КА были созданы в США (1958), Франции (1965), Японии и Китае (1970), Великобритании (1971), Индии (1980) и др. Однако основополагающий вклад в развитие космонавтики внесли СССР (Россия) и США, достижения которых составляют основные вехи современной космической эры. 4.10.1959 в СССР произведён запуск автоматической межпланетной станции «Луна-3» (впервые получены и переданы на Землю фотографии обратной стороны Луны). 12.4.1961 первый полёт человека в космос совершил Ю. А. [Гагарин](#) на КК «Восток» (СССР). С 1962 эта дата отмечается в СССР и РФ как День космонавтики (с 1968 по решению Международной авиационной федерации 12 апреля объявлено Всемирным днём авиации и космонавтики). 16.6.1963 произведён полёт первой женщины-космонавта В. В. [Терешковой](#) на КК «Восток-6». 18.3.1965 первый выход в открытый космос осуществил А. А. [Леонов](#) («Восход-2», СССР); 31.1.1966 запущен КА «Луна-9» (СССР), который произвёл мягкую посадку на Луну и передал на Землю изображение лунной поверхности. 12.6.1967 совершён запуск КА «Венера-4» (СССР) к планете Венера, который, преодолев расстояние ок. 350 млн. км, впервые осуществил плавный спуск в атмосфере др. планеты. 30.10.1967 проведена первая в мире автоматич. стыковка беспилотных КК «Космос-186» и «Космос-188» (СССР). 16.7.1969 запущен КА «Аполлон-11» (США), который 20 июля достиг Луны, на её поверхность была осуществлена первая высадка людей (Н. [Армстронг](#), Э. [Олдрин](#)). 17.11.1970 совершил посадку и начал работать на Луне первый в мире полуавтоматический самоходный аппарат «Луноход-1» (СССР), управляемый с Земли. 19.4.1971 выведена на орбиту первая орбитальная станция-лаборатория «Салют» (СССР). Уникальный характер имеют рекордные по продолжительности полёты американских КА «Пионер-10» [(запущен 3.3.1972); первый КК, покинувший пределы Солнечной системы (4.12.1973 он пролетел на расстоянии 131 тыс. км от Юпитера и провёл первые исследования этой планеты с «близкого» расстояния)] и «Пионер-11» (стартовал 6.4.1973), а также «Вояджер-1» (запущен 5.9.1977) и «Вояджер-2» (запущен 20.8.1977), которые провели исследования всех планет-гигантов Солнечной системы; при этом «Вояджер-1» стал первым автоматическим зондом, покинувшим 25.8.2012 пределы Солнечной системы; 5.1.2016 «Вояджер» удалился от Солнца на расстояние 20 млрд. км 17.7.1975 произведена стыковка пилотируемых КК разных стран – «Союз-19» (СССР, А. А. Леонов, В. Н. Кубасов) и «Аполлон» (США, Т. Стаффорд, Д. Слейтон, В. Бранд). 20.8.1975 запущен КА «Викинг-1» (США), который впервые совершил успешную мягкую посадку на планету Марс 20.7.1976 и передал на Землю ТВ-изображение марсианской поверхности. 22.10.1975 спускаемый аппарат автоматической межпланетной станции (АМС) «Венера-9» (СССР) совершил первую в мире успешную передачу панорамы поверхности Венеры. 20.1.1978 выведен на орбиту первый грузовой корабль «Прогресс-1» (СССР), который 22 янв. в автоматич. режиме пристыковался к орбитальной станции «Салют-6». 12.4.1981 выведен на орбиту первый транспортный КК многоразового использования «Спейс шаттл» («Колумбия», США) с экипажем (Дж. Янг, Р. Криппен). 30.6.1982 выведен на орбиту первый спутник-спасатель «Космос-1383» (СССР) международной системы «Коспас-Сарсат», который позволял не только принимать сигналы терпящих бедствие (SOS), но и определял их координаты. В 1984–86 проведены комплексные экспедиции советских АМС «Вега-1» и «Вега-2», в ходе которых выполнены исследования Венеры с борта спускаемых аппаратов и первых в мире аэростатных зондов, а также эксперименты по изучению с подлётной траектории кометы Галлея.

15.11.1988 совершил полёт КК многоразового использования «Буран» (СССР). В 1992 из-за резкого сокращения финансирования космической отрасли было принято решение о закрытии данной программы. К этому времени



Г. М. Гречко перед выходом в космос.



Ю. Сернан управляет луноходом («Аполлон-17»).



Запуск ракеты-носителя с космическим кораблём «Союз-11».



был полностью собран второй «Буран» (планировалось осуществить семисуточный полёт в автоматическом режиме, предусматривалась стыковка со станцией «Мир» в беспилотном варианте и отработка бортового манипулятора для доставки сменных научных модулей) и завершалась сборка третьего «Бурана» – для пилотируемого полёта.

20.2.1986 выведен на околоземную орбиту базовый блок рос. орбитальной станции многоразового использования «Мир» (масса с модулями 124,34 т); станция находилась на орбите до 23.3.2001. На «Мире» побывало 28 осн. экспедиций, 9 экспедиций посещения (104 космонавта, в т. ч. 62 иностранных из 12 стран мира), выполнено более 22 тыс. экспериментов и исследований. 20.11.1998 началось строительство в космосе [Международной космической станции](#) (МКС). МКС является крупнейшим космическим проектом современности. На её борту выполняются научные эксперименты по всем направлениям исследований. 28.4–6.5.2001 совершил полёт первый космический турист Д. Тито (США).

Начиная с конца 1970-х гг. в США реализуется последовательная программа космических астрофизических обсерваторий, среди которых уникальное место занимает продолжающий с 20.5.1990 работу космический телескоп им. Э. Хаббла. В 1993 была полностью развёрнута американская спутниковая радионавигационная система (СРНС) GPS. Развёртывание российской СРНС ГЛОНАСС (Россия) до её полного состава (24 спутника) завершено в 1995. 7.12.1995 американский парашютный зонд [«Галилео»](#) провёл первые контактные исследования в атмосфере Юпитера, а миссия по исследованию системы Юпитера КА «Галилео» (США, запущен 18.10.1989) продолжалась с 8.12.1995 по 21.9.2003. Первый марсоход «Соджорнер» (США, входил в состав КА «Марс Патфайндер») начал работу на поверхности Марса 4.7.1997. Автоматический КА, созданный NASA, Европейским космическим агентством и Итальянским космическим агентством «Кассини-Гюйгенс» (Cassini-Huygens, стартовал 15.10.1997, выполняет научную программу с 1.7.2004), осуществил первую посадку на поверхность Титана, спутника планеты Сатурн. 7.4.2001 стартовал американский автоматический межпланетный КА [«Марс Одиссей»](#) (Mars Odyssey) для исследования Марса. 2.3.2002 он передал на Землю данные, свидетельствующие о крупных запасах воды на Марсе. 7.7.2003 запущена автоматическая межпланетная станция (АМС) [«Оппортьюнити»](#) (Opportunity), созданная в США в рамках проекта Mars Exploration Rover. 19.1.2006 запущена АМС [«Новые горизонты»](#) (New Horizons, NASA) в рамках программы «Новые рубежи» (New Frontiers), предназначенная для изучения Плутона и его

Орбитальная станция «Мир». естественного спутника Харона. 25.8.2014 КА пересёк орбиту Нептуна; 5.5.2015 качество (разрешение) изображений Плутона с АМС «Новые горизонты» превысило разрешение лучших снимков объекта, полученных космическим телескопом «Хаббл»; 14.7.2015 КА пролетел на расстоянии ок. 12,5 тыс. км от поверхности Плутона, собрал ок. 50 Гбайт информации и 20.7.2015 завершил передачу на Землю первого пакета изображений системы Плутона с пролётной траектории. В 2011 Китай вывел на орбиту орбитальную станцию «Тяньгун-1», к которой стыковались 1 беспилотный корабль и 2 корабля с тайкунавтами. С 2013 станция проходит ресурсные испытания. В 2010 при помощи японского зонда «Хаябуса» («Hayabusa») впервые были доставлены пробы вещества астероида Итокава (удалённого на 300 млн. км от Земли). Обширную программу исследований кометы Чурюмова – Герасименко в 2014–15 выполнил КА «Розетта» (Европейское космическое агентство; запущен 2.3.2004).

Теория космических полётов

Совр. теория космич. полётов основана на небесной механике. Новое направление классич. небесной механики, называемое динамикой космич. полёта, рассматривает полёт КА на всех этапах: взлёт с поверхности Земли (или др. планеты), выведение на орбиту, полёт по орбите и/или межпланетный полёт, спуск и посадка на Землю (или др. планету). Динамика космич. полёта учитывает не только воздействия природных сил (гравитации, давления солнечного света, атмосферы планет и др.), но и активные целенаправленные воздействия самого КА (работу двигат. установки, аэродинамич. органов управления и т. п.). Раздел динамики космич. полёта, связанный с анализом и расчётом траекторий КА по орбитам и/или в межпланетном пространстве, называют астродинамикой. Определение активных воздействий, направленных на выполнение целевых задач полёта КА (напр., сближение на орбите, облёт планеты и др.), требует оптимизации траекторий полёта с учётом большого комплекса проблем (разл. возмущающие факторы, длительность полёта, условия связи и передачи телеметрич. информации и т. п.).

Важный раздел астродинамики – теория коррекции траекторий полёта. Фактич. траектории КА всегда имеют отклонения от расчётных, что обусловлено искажением траектории разл. возмущающими воздействиями (которые невозможно учесть заранее), а также ошибками при определении траектории и при исполнении манёвров КА. Коррекции траектории КА проводятся при достижении некоторого предельного уровня отклонений путём выполнения малых манёвров (напр., кратковременном включении двигат. установки с тем, чтобы сообщить КА необходимый импульс для исправления траектории). Коррекции проводятся, как правило, оптимальным образом с минимизацией затрат топлива и числа манёвров КА и рассчитываются на основе определения траектории КА наземными и/или бортовыми средствами измерений. Ряд КА имеет полностью автономные средства навигации (звёздные датчики, акселерометры, аппаратуру спутниковой навигации и т. п.), и расчёт корректирующих манёвров производится с помощью бортовых вычислительных комплексов.

Транспортные средства и космические аппараты

Для преодоления земного тяготения и дальнейшего движения по инерции КА необходимо развить начальную скорость, величина которой определяется на основе законов небесной механики. Минимальная начальная скорость, при которой тело становится спутником Земли (т. н. первая космич. скорость), равна 7,9 км/с у поверхности Земли. При начальной скорости 7,9–11,2 км/с тело движется по эллиптич. орбите вокруг Земли. Достижение скорости 11,2 км/с (вторая космич. скорость) приводит к полёту по параболич. траектории за пределы земного тяготения. Начальная скорость 16,7 км/с (третья космич. скорость) достаточна для выхода КА

за пределы Солнечной системы.

Для доставки КА на их рабочие траектории, околоземные орбиты или отлётные межпланетные траектории служит система космич. транспортных средств, включающая: ракету-носитель (РН), разгонные блоки и космич. буксиры. Создание совр. РН – сложная науч.-технич. задача. Характерная особенность РН – высокая тяговооружённость (отношение тяги к весу ракеты, которое при вертикальном старте должно быть больше 1), а также практически непрерывная работа двигателей и сравнительно короткое время выведения (десятки минут). Как правило, ракеты состоят из 2–3 ракетных ступеней (РС), достигают 100 м в длину и в весе более 3000 т. Топливо составляет примерно 90% полной массы ракеты. В полёте, по мере расходования топлива, РС с опорожнёнными баками последовательно отбрасываются и начинает (продолжает) работать очередная ступень. Каждая РС благодаря работе своих двигателей обеспечивает разгон ракеты на определённом участке траектории полёта. Во избежание засорения околоземного космич. пространства последние отработавшие одноразовые ступени, как правило, направляются для потопления в отдалённые районы Мирового ок. При возрастающей интенсивности использования космич. транспортных средств особое внимание уделяется разработкам РН многоразового использования на экологически чистых компонентах топлива.

В качестве двигат. установок РН используются жидкостные или твердотопливные ракетные двигатели, достигающие тяги в несколько тыс. кН и мощности в млн. кВт. Разработка двигат. установок направлена как на выбор энергетически оптимальных топлив и обеспечение их полного сгорания при высоких давлениях и температурах, так и на создание экономически более выгодных проектов.

В зависимости от поставленных задач полезный груз (для ракеты) в общем случае включает в себя, кроме одного или нескольких КА, разгонные блоки или космич. буксиры. Разгонные блоки служат для дальнейшего перевода КА на более высокие орбиты: среднюю (с 2000 км до 20 000 км), высокую (в осн. геостационарную и геосинхронные) или на отлётные траектории за пределы земного тяготения. Разгонные блоки мало отличаются от РН, однако время их работы может достигать нескольких часов или дней. Очень часто разгонные блоки обеспечивают полёт КА вплоть до его возвращения в поле земного тяготения. Космич. буксиры служат для транспортного обслуживания КА. В ряде случаев буксиры могут совершать челночные операции между орбитами, переправляя КА или др. полезный груз на др. орбиту вокруг Земли, к Луне или планетам Солнечной системы. Конструкции буксиров должны обеспечивать возможность сборки (в т. ч. стыковки) с обслуживаемым аппаратом.

Двигат. установки на космич. буксирах или КА могут использовать энергию химич. реакций, солнечных батарей или ядерную энергию. Для обеспечения радиац. безопасности КА или буксиры, использующие установки с ядерными реакторами, должны эксплуатироваться на достаточно высоких орбитах (не менее 800 км), где даже после окончания работы они могут находиться достаточно долго (до 300 лет), чтобы радиоактивность снизилась до допустимых норм. Тепловые ядерные ракетные двигатели (с нагревом рабочего тела в реакторе и с газодинамич. соплом) при использовании водорода в качестве рабочего тела обеспечивают удельный импульс (характеристика реактивного двигателя, равная отношению его тяги к массовому расходу топлива) до 9000 м/с.

Для перемещения КА перспективным считается использование электрич. РД (электротермических, электромагнитных, электростатических и др.), обеспечивающих удельный импульс выше 20 000 м/с. Электроракетные буксиры при существующих ядерных и солнечных источниках электроэнергии позволяют

увеличить массу полезного груза, доставляемого на геостационарную орбиту или орбиту Луны, в 2–4 раза (по сравнению с разгонными блоками на химич. топливе). Однако значительно увеличивается время транспортировки, поэтому электрич. РД целесообразно использовать (на буксирах или КА) в случае, когда время перелёта не лимитируется и может составлять от нескольких месяцев до года.

В кон. 20 – нач. 21 вв. во многих странах созданы КА для разл. целей: изучения околоземного пространства, поверхности Земли, Солнца и планет Солнечной системы, космич. среды, звёзд и галактик; для обеспечения связи, передачи информации, теле- и радиовещания, для навигац. обеспечения, для прогноза погоды и т. п. (см. [*Искусственный спутник Земли, Космический аппарат*](#)).

Одно из центр. мест в К. занимают полёты человека в космос, которые стали возможны благодаря планомерным фундаментальным и прикладным исследованиям в области космич. биологии и медицины – новой области естествознания, изучающей особенности жизнедеятельности человека и др. организмов при действии на них факторов космич. пространства. Пилотируемые КК и орбитальные космич. станции обеспечивают возможность безопасного и комфортного пребывания космонавтов на борту. В КК предусматривается определённый запас продуктов питания и воды. При длительном пребывании пища и вода доставляются грузовыми кораблями, буксирами. При полёте к дальним планетам, когда доставка грузов может оказаться проблематичной, произ-во продуктов питания, регенерация воды и атмосферы должны осуществляться на борту КК.

История пилотируемых космич. полётов началась с разработки одноразовых кораблей («Восток», «Восход», «Меркурий», «Джемини», «Союз», «Аполлон»). Новые технологии позволяют создавать многоразовые спускаемые КА как с сохранением внешней формы одноразовых аппаратов (торможение у поверхности Земли осуществляется двигательной установкой или управляемым парашютом), так и крылатые спускаемые аппараты в форме планёра («Спейс шаттл», «Буран»). Третьей державой, имеющей пилотируемые корабли, стал Китай. 15–16.10.2003 выполнен первый полёт китайского тайкунавта (Ян Ливэй) на корабле «Шэнь-чжоу». С тех пор в космосе побывало 10 китайцев, в том числе 2 женщины. Китайцы вышли в открытый космос, совершили стыковку кораблей.

Кратковременные полёты в космос не позволяли проводить длительные эксперименты, поэтому были созданы новые космич. сооружения больших размеров – орбитальные космич. станции, к которым могут пристыковываться др. КА (для того чтобы привезти грузы, сменить экипаж, доставить на Землю результаты экспериментов и др.). Создание орбитальных космич. станций началось в 1971 с вывода на орбиту станции «Салют» (СССР). Первые станции превышали обычные КК своими размерами и массой всего в 3–4 раза, последующие («Мир», МКС) представляют собой стотонные сооружения длиной в десятки метров. Станции собирают из доставляемых блоков автоматически (автоматич. стыковка) либо с помощью экипажа (ручная стыковка). На станциях обеспечивается постоянное пребывание человека на борту (с периодич. сменой экипажа), доставка грузов, необходимого оборудования, науч. аппаратуры и др. В перспективе предполагается создание орбитальных станций (автоматических или посещаемых) на более высоких земных орбитах, на орбитах Луны и планет Солнечной системы. Для обеспечения полета МКС в настоящее время используются транспортные корабли «Союз» и грузовые корабли «Прогресс». По программе МКС европейцы создали грузовой корабль ATV. С 2008 по 2015 они запустили 5 кораблей ATV. В настоящее время (на 2016) программа прекращена. Ведётся доработка ATV под пилотируемый вариант. Японцы тоже сделали грузовой корабль HTV для программы МКС. Уже совершили полёт 5 кораблей. В 21 в. появилось много новых транспортных кораблей,

часть из которых принадлежит частным компаниям. Совершили полёт в космос американские корабли «Дракон» («Dragon» компании SpaceX) – грузовой КА с возвращаемой капсулой; «Сигнус» («Cygnus») – грузовой КА без возвращаемой капсулы), «Орион» («Orion» – многоцелевой пилотируемый корабль) – первый беспилотный испытательный полёт (EFT-1) совершил 5.12.2014).

К отбору экипажа КА предъявляют повышенные требования. При решении медико-биологич. проблем осн. внимание уделяется изучению влияния на организм человека невесомости, повышенных перегрузок при взлёте и посадке, длительного нахождения в замкнутом пространстве, психологич. совместимости с др. членами экипажа и т. д. В центрах подготовки космонавтов, в институтах медико-биологич. проблем и т. п. создаются спец. установки и тренажёры, имитирующие космич. полёт (в т. ч. с использованием средств авиации), разрабатываются спец. оборудование и медико-биологич. препараты для улучшения самочувствия и продления срока пребывания человека в космосе. Эту же целевую задачу решают многие эксперименты, проводившиеся ранее и готовящиеся в настоящее время в рамках программы полётов автоматических биоспутников серии «Бион»-«Бион-М». Накопленный большой объём знаний о жизнедеятельности человеческого организма в условиях воздействия факторов космич. пространства, динамич. факторов полёта и искусств. среды обитания, а также достижения космич. техники становятся реальными предпосылками для дальнейшего интенсивного освоения космич. пространства.

Наземная инфраструктура

Наземная инфраструктура создаётся для подготовки РН и КА к запуску, проведения самого запуска, для управления полётом КА, осуществления посадки возвратившихся КА и грузов, а также для проведения поисково-спасат. работ при приземлении КА в штатных и нештатных ситуациях.

Комплекс средств, зданий, сооружений, обеспечивающих подготовку и пуск РН и КА, называется космодромом. В нач. 21 в. на Земле построено более десятка космодромов, включая космодром «Морской старт», обеспечивающий пуск ракет и КА с плавающей платформы из любой точки Мирового ок. Для посадки многоразовых спускаемых КА строятся спец. посадочные площадки (аэродромы), для спуска одноразовых КА выбираются равнинные безлюдные места посадки и обеспечиваются поисково-спасат. работы с участием вертолётов и самолётов (при посадке на воду используются мор. корабли). Поисково-спасат. служба занимается эвакуацией посадочного аппарата и экипажа (при пилотируемых полётах), в случае необходимости оказывается мед. помощь. Для управления КА и получения телеметрич. информации об их состоянии на Земле строятся центры управления полётом и наземные пункты приёма информации. Поскольку практически каждый КА является сложной кибернетич. системой, процедура управления им возлагается на систему управления, представляющую собой совокупность функциональных бортовых и наземных систем средств приёма и передачи информации, информационно-вычислит. и исполнит. устройств бортового и наземного базирования, работающих в рамках единого согласованного плана, который обеспечивает временную, пространственную и функциональную синхронизацию, приводящую к достижению поставленных целей. Для осуществления управления также используются спутники связи.

Научные исследования и практическое применение

Космич. исследования дают огромный теоретич. и эксперим. материал для развития наших знаний о Вселенной, Земле, происхождении планет, строении вещества и др. Впервые благодаря КА удалось посмотреть на Землю из космоса, исследовать планеты, звёзды и галактики почти во всём диапазоне электромагнитных волн, открыть радиац. пояса Земли, получить важные данные о поведении в невесомости всех видов биологич. объектов (от молекул белков, вирусов и бактерий до позвоночных животных, включая человека), изучить особенности протекания в космосе физич. процессов в жидкостях, газах, металлах, полупроводниках, разл. новых конструкционных материалах и покрытиях.

Исследования околоземного космич. пространства позволили выполнить детальное изучение общего магнитного поля Земли (заметный вклад в науку внесли программы экспериментов на отечественных спутниках серии «Космос») и высокоширотной магнитосферы (полёты отечественных КА «Электрон» и «Прогноз», проект «Интербол»), исследовать динамику структурных изменений ионосферы (программа «Коронас»: «Коронас-И», «Коронас-Ф» и «Коронас-Фотон»). Наблюдения за рентгеновским излучением Солнца на протяжении нескольких 11-летних циклов солнечной активности (спутники серии «Интеркосмос», «Гамма», обсерватория «Гранат», «Коронас-И», «Коронас-Ф» и «Коронас-Фотон») вместе с др. исследованиями дали возможность собрать материал, позволивший построить модели, описывающие магнитогидродинамические процессы при таких явлениях в ионосфере, как магнитные бури, суббури и полярные сияния. Возникло новое научное направление – исследование космической погоды. Данные, полученные в результате полётов КА к планетам и др. телам Солнечной системы, легли в основу комплекса новых научных дисциплин, таких как физика планетных недр, физика и химия планетных атмосфер, астробиология и др.

Основа прогресса астрофизики и космологии – развитие наблюдат. космич. техники. КА позволяют проводить астрофизич. исследования далёких объектов с помощью телескопов, вынесенных за пределы земной атмосферы (затрудняющей или исключаяющей возможность мн. видов наблюдений с поверхности Земли). Совокупность астрономических и астрофизических наблюдений на спутниках НЕАО-А, НЕАО-В, СОС-В, ОАО-2, ОАО-3 и др., а также на многотонных космич. обсерваториях («Астрон», «Гранат», модуль «Квант» станции «Мир», «Хаббл», «Спитцер», «Чандра», «Ньютон», «Интеграл», «Ферми», «Гершель», «Планк», «Спектр-Р» и др.) позволила учёным получить ценнейшие научные результаты, напр. сделать выводы, что наш мир более чем на 90% состоит из тёмной материи и тёмной энергии, однако природа их до сих пор неизвестна. Открыты крупномасштабная структура Вселенной (кон. 1970-х – нач. 1980-х гг.) и анизотропия реликтового излучения [спутники «Прогноз-9» (1983), СОВЕ (1989–93), WMAP (2001–12), «Планк» (2009–13)].

К. повлияла на многие прикладные науки, на её основе сформировался целый ряд новых науч. направлений, напр. космич. землеведение (исследование Земли из космоса методом дистанционного зондирования). Применение средств К. позволяет решать на принципиально новом уровне задачи с. х-ва, природопользования, экологич. контроля, связи, навигации и др. Получаемая со спутников информация помогает судить о распределении и состоянии растительности (включая состояние посевов), изменении снежного и ледяного покрова, разлива рек, регистрировать лесные пожары и т. п. Со спутников ведутся океанологич. и гидрологич. исследования. В метеорологии ИСЗ применяются для получения картины распределения и движения облаков, предупреждения о приближении циклонов, тайфунов, составления карт теплового излучения Земли; спутники также широко используются в геодезии (см. Геодезический спутник). Космич. средства играют особую интегрирующую роль в формировании единого информац. пространства (напр., мобильная телефонная связь).

Они обеспечивают персональный доступ к мировым информац. ресурсам, интеграцию услуг цифрового вещания, связи, навигации и мониторинга (см. [Спутниковая связь](#), [Спутниковая система позиционирования](#)). Спутники задействованы для диспетчеризации воздушного, морского и наземного движения, для обеспечения оптимизации маршрутов, увеличивая пропускную способность и безопасность движения.

КА широко используются в целях коллективной и междунар. безопасности (напр., наблюдения за предполагаемым агрессором, в целях предотвращения терроризма). КА оптоэлектронной, радиолокационной и радиотехнич. разведки позволяют получать информацию о расположении террористич. группировок, концентрации войск, боевых морских кораблей и самолётов. Спутники обеспечивают наблюдение за подвижными целями и точное определение координат радиоизлучающих и радиопередающих устройств, вплоть до портативных радиостанций и мобильных телефонов. Ракетные и авиационные высокоточные средства поражения снабжаются необходимой информацией с космич. систем.

В 21 в. К. превратилась в мощный инструмент мировой экономики, способствующий обеспечению нац. безопасности, технологич. независимости и благосостояния граждан планеты. В соответствии с Федеральной космич. программой России приоритетными направлениями космич. деятельности являются: мониторинг окружающей среды и околоземного пространства, контроль чрезвычайных ситуаций и экологич. бедствий, исследование природных ресурсов Земли; обеспечение спутниковой связи и вещания на всей территории РФ; реализация космич. проектов в интересах расширения знаний о Земле, Солнечной системе и Вселенной, проведение фундам. науч. исследований в области астрофизики, планетологии, физики Солнца и солнечно-земных связей; отработка технологий произ-ва в космосе новых материалов и высокочистых веществ и др. США, страны Европы, Китай активизировали работы по подготовке пилотируемых полётов к Луне, Марсу, а также по последующему их освоению.

Космич. полёты затрагивают интересы всех стран, поэтому были выработаны нормы междунар. права, регулирующие космич. деятельность (см. [Космическое право международное](#)).

Литература

Лит.: *Александров С. Г., Федоров Р. Е.* Советские спутники и космические корабли. 2-е изд. М., 1961; *Космическая техника*. М., 1964; *Левантовский В. И.* Механика космического полета в элементарном изложении. 3-е изд. М., 1980; *Авиационно-космические системы: Сб. статей*. М., 1997; *Петров К. П.* Аэродинамика транспортных космических систем. М., 2000.