

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СПУТНИКАХ ЗЕМЛИ И СОЛНЦА

Димитриев А. А., студент гр. 348804

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Андрианова Е.В. – ассистент кафедры физики

**Аннотация.** Рассмотрены космические скорости, с применением их в космической промышленности. Описаны искусственные спутники Земли и Солнца. Предложены иные варианты применения космических скоростей

**Ключевые слова.** Космические скорости, спутники Земли, Белорусский космический аппарат-1, Белорусский космический аппарат-2, CubeBel-1, Марина Василевская, спутники Солнца, Solar and Heliospheric Observatory, Parker Solar Probe, Вояджер-1, Вояджер-2.

Исследование космических скоростей является важной областью аэрокосмической науки и играют важную роль в исследовании и освоении космического пространства. В данной работе будут рассмотрены различные космические скорости и их применение в спутниках Земли и Солнца, роль Белорусских спутников и предстоящий полет белорусской женщины-космонавта Марины Василевской.

Космические скорости являются ключевым параметром для достижения искусственных спутников и космических аппаратов орбитальных и межпланетных скоростей. Они определяют минимальную скорость, необходимую для поддержания объекта на орбите или для достижения других космических объектов. В настоящее время для них находят широкое применение в различных сферах, включая коммерческую космическую индустрию, научные исследования и пилотируемые миссии.

Космическая скорость (первая  $v_1$ , вторая  $v_2$ , третья  $v_3$  и четвертая  $v_4$ ) — это минимальная скорость, при которой какое-либо тело в свободном движении с поверхности небесного тела сможет:

- $v_1$  — стать спутником небесного тела (то есть способность вращаться по орбите вокруг НТ и не падать на поверхность НТ).
- $v_2$  — преодолеть гравитационное притяжение небесного тела.
- $v_3$  — покинуть звездную систему, преодолев притяжение звезды.
- $v_4$  — покинуть галактику, преодолев притяжение сверхмассивной черной дыры.

Для вычисления  $v_1$  необходимо рассмотреть равенство центростремительной силы и силы тяготения.

$$m * \frac{v_{к1}^2}{R} = G \frac{M * m}{R^2}$$

$$v_{к1} = \sqrt{G * \frac{M}{R}}$$

где:

$m$  — масса объекта,

$M$  — масса планеты,

$G$  — гравитационная постоянная ( $6,67259 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$ ),

$v_{к1}$  — первая космическая скорость,

$R$  — радиус планеты.

Подставляя численные значения (для Земли  $M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ ,  $R = 6\,371 \text{ км}$ ), найдем

$$v_{к1} \approx 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Первую космическую скорость можно определить через ускорение свободного падения — так как  $g = GM/R^2$ , то

$$v_{к1} = \sqrt{g * R}$$

$v_2$ , также известная как скорость побега, составляет около 11,2 км/с и позволяет объекту покинуть Землю и перейти в орбиту вокруг Солнца.  $v_3$  превышает 16,7 км/с и позволяет объекту преодолеть гравитационное притяжение Солнца и отправиться в межзвездное пространство.

Космические скорости могут быть вычислены и для поверхности других космических тел. Например на Луне  $v_1 = 1,680 \text{ км/с}$ ,  $v_2 = 2,375 \text{ км/с}$ . Однако в реальности объект может стать спутником Земли лишь при условии, что высота его апогея в момент выхода на орбиту превышает 160 км. В противном случае аэродинамическое сопротивление воздуха слишком велико и спутник сгорит в плотных слоях земной атмосферы. Для указанной высоты  $V_c$  составляет около 7,8 км/с. Это минимальная скорость, необходимая для того, чтобы

космический объект стал спутником Земли. В астрономии и небесной механике  $V_c$  называется также круговой скоростью, т. к. с этой скоростью происходит движение по круговой орбите в рамках задачи Кеплера (о движении двух тел, взаимодействующих согласно закону всемирного тяготения). Если скорость КА в момент вывода на орбиту превышает круговую, его орбитой будет эллипс с фокусом в центре притяжения.

Спутники Земли являются искусственными объектами, которые обращаются вокруг Земли по орбите. Они играют важную роль в современной космической деятельности, обеспечивая широкий спектр приложений в коммуникации, навигации, метеорологии, научных исследованиях и других областях.

Существуют различные типы спутников с разными функциями и предназначениями:

**Коммуникационные спутники:** Используются для передачи и приема сигналов связи. Они обеспечивают межконтинентальную и глобальную связь, телевизионное вещание, сотовую связь, интернет-передачу данных и другие коммуникационные услуги. Подобные функции позволяют обеспечить связь в удаленных или труднодоступных районах, где прокладка подземных кабелей нерентабельна или невозможна.

Коммуникационные спутники значительно расширяют границы связи, обеспечивая глобальное покрытие и надежную связь в любой точке Земли. Они играют важную роль в телекоммуникационной индустрии, обеспечивая высокоскоростной интернет, телевизионное вещание, сотовую связь и другие коммуникационные услуги. Благодаря коммуникационным спутникам мы можем обмениваться информацией с людьми по всему миру и оставаться связанными в любых условиях.

**Навигационные спутники:** Это системы GPS, ГЛОНАСС, Галилео и Бейду, предоставляют точное географическое позиционирование и навигационные данные в реальном времени. Они широко используются в авиации, мореплавании, автомобильной навигации, геодезии, геологии и других областях, где точное определение местоположения является важным.

Навигационные спутники имеют огромное значение для точного определения местоположения и навигации в различных отраслях. Они позволяют пилотам, морякам, водителям автомобилей и пешеходам определять свои координаты и выбирать оптимальные маршруты. Благодаря навигационным спутникам мы можем легко и безопасно перемещаться в неизвестных местах и избегать проблем с ориентацией.

**Метеорологические спутники:** Служат для наблюдения за атмосферными явлениями и сбора данных о погоде и климате, предоставляя информацию о температуре, влажности, облачности, атмосферном давлении и других метеорологических параметрах. Метеорологические спутники позволяют прогнозировать погоду, отслеживать ураганы, опасные погодные условия, тем самым помогая в планировании сельскохозяйственных работ.

Метеорологические спутники предоставляют нам информацию о состоянии атмосферы и погодных условиях. Они помогают метеорологам прогнозировать погоду, отслеживать ураганы и другие опасные погодные явления, что позволяет предупреждать население и принимать соответствующие меры для защиты жизни и имущества. Метеорологические спутники значительно улучшают нашу способность планировать активности на открытом воздухе, сельскохозяйственные работы и другие деятельности, зависящие от погоды.

**Научные спутники:** Используются для проведения различных научных исследований в космосе. Они изучают астрономию, солнечную активность, магнитные поля Земли, радиацию, климатические изменения и другие научные вопросы. Спутники предоставляют ценные данные и позволяют расширить наши знания об окружающем нас мире и Вселенной.

Научные спутники играют важную роль в исследовании Вселенной, Земли и ее окружающей среды. Они позволяют ученым собирать данные о далеких планетах, звездах, галактиках и изучать фундаментальные физические процессы в космосе. Научные спутники также помогают нам лучше понять нашу планету, ее климатические изменения, магнитные поля, радиацию и другие феномены. Это позволяет нам разрабатывать более эффективные стратегии сохранения окружающей среды и принимать меры для устойчивого развития.

Спутники Земли имеют огромное влияние на нашу повседневную жизнь и научные исследования. Они обеспечивают надежную связь, точную навигацию, прогнозирование погоды и помогают нам лучше понять мир, в котором мы живем. Благодаря развитию спутниковых технологий мы получаем все больше возможностей для исследования космоса и повышения качества нашей жизни.

Беларусь активно развивает свою космическую программу с целью использования космических технологий для различных областей деятельности, таких как телекоммуникации, навигация, аграрная и экологическая сферы, а также научные исследования. Страна стремится к самостоятельному созданию и запуску своих спутников для укрепления своих космических возможностей и развития национальной космической инфраструктуры.

К слову, Беларусь уже создала и успешно запустила в космос два спутника - БелКА-2 и CubeBel-1 (другое название — BSUSat-1).

Белорусский космический аппарат-1 (БелКА-1) не удалось запустить в связи с аварией

ситуацией.

Белорусский космический аппарат-2 является первым белорусским спутником. Он был разработан и изготовлен в сотрудничестве с российской компанией «Корпорация ВНИИЭМ». Спутник был успешно запущен 22 июля 2012 года с помощью российской ракеты-носителя "Союз" с космодрома Байконур. Представляет собой оптический спутник, оснащенный высококачественной камерой для съемки Земли и предназначенный для выполнения различных задач, включая аграрные и экологические мониторинговые работы, а также создание цифровой карты Беларуси.

**CubeBel-1** — наноспутник, разработанный Белорусским государственным университетом, первый университетский спутник в системе белорусского образования и третий белорусский объект на околоземной орбите. Запуск осуществился в Китае с космодрома «Цзюцюань» 29 октября 2018 года был выведен ракетой-носителем «Чанчжэн-2С» на орбиту. Аппарат представляет собой стандартный спутник на платформе Cubsat размерами 20x10x10 см и массой — чуть больше 1,6 кг. Он оснащён системами энергоснабжения, управления, ориентации и стабилизации, телекоммуникации. В качестве полезной нагрузки на спутнике установлена цифровая камера, радиационный спектрометр, инфракрасный детектор.

Спутники способствуют развитию международного сотрудничества. Беларусь активно взаимодействует с другими странами и международными организациями в области космических исследований и технологий. Совместные проекты и сотрудничество позволяют Беларуси расширять свои возможности в космической сфере, обмениваться опытом и знаниями, а также участвовать в международных космических миссиях.

В международном сотрудничестве белорусские спутники, помимо всего прочего, могут применяться для обмена данными, совместных научных исследований, а также поддержки глобальных исследовательских программ. Они могут использоваться в рамках международных проектов по мониторингу климата, борьбе с бедствиями, обеспечению коммуникаций и связи в удаленных и недоступных регионах.

В общем и целом, развитие белорусской космической программы и создание собственных спутников отражают стремление Беларуси к использованию современных космических технологий в различных сферах деятельности, а также желание активно участвовать в международном космическом сообществе.

Полет белорусской женщины-космонавта Марины Василевской, состоявшийся 22 марта 2024 года, вызвал большой интерес и гордость в Беларуси. Этот полет имеет огромное значение для страны, так как Марина стала первой белорусской женщиной, отправляющейся в космос. Данный исторический момент символизирует достижения Беларуси в области космических исследований и подчеркивает вклад женщин в научные исследования и космическую индустрию.

Краткий обзор подготовки космонавтов и тренировочных программ:

Подготовка космонавтов является сложным и многолетним процессом, требующим физической подготовки, специальных навыков и знаний. Космонавты проходят интенсивные тренировки, которые включают физическую подготовку, обучение системам космического корабля, симуляторные тренировки, обучение научным экспериментам и медицинской подготовке.

Тренировочные программы включают учебные курсы, где космонавты изучают основы астронавигации, медицину в космосе, системы жизнеобеспечения на борту космического корабля и другие аспекты, необходимые для жизни и работы в космосе. Космонавты также тренируются на симуляторах, позволяющие им симулировать различные ситуации, с которыми они могут столкнуться во время полета.

Научные исследования, которые были проведены во время полета Марины Василевской:

Во время полета Марины Василевской проводится ряд научных исследований, которые вносят вклад в различные области науки и технологий. Некоторые из них специфические для Беларуси и имеют особое значение для страны. Вот несколько областей, которые были включены в научные исследования:

**Биомедицинские исследования:** Марина Василевская участвует в экспериментах, направленных на изучение влияния космической среды на человеческий организм. Это может включать исследования в области физиологии, микробиологии, психологии и других научных дисциплин, связанных с здоровьем и благополучием человека в космосе.

**Наблюдение Земли:** Во время полета Марина Василевская задействована в наблюдении и сборе данных о Земле. Это может включать съемку фотографий и видеоматериалов для картографических целей, изучение изменений в экосистемах, мониторинг климатических изменений и другие исследования, связанные с пониманием нашей планеты.

**Технологические эксперименты:** Полет Марины Василевской также использован для тестирования новых технологий и систем в космической среде. Это может включать испытания новых материалов, систем энергоснабжения, коммуникационных средств и других инноваций, которые могут иметь применение не только в космической индустрии, но и на Земле.

**Образовательные исследования:** Полет Марины Василевской также имеет образовательный аспект, где она может проводить научные демонстрации и эксперименты, общаться с учеными и студентами из разных стран, а также вдохновлять молодое поколение на интерес к науке, технологии,

инженерии и математике.

Полет Марины Василевской представляет собой не только историческое достижение для Беларуси, но и возможность проведения научных исследований, которые могут иметь широкое значение для развития науки и технологий. Он также вдохновляет новое поколение и подчеркивает важность женщин в космической индустрии и научных дисциплинах.

Спутники Солнца являются космическими аппаратами, которые были разработаны с целью изучения Солнца и его влияния на Солнечную систему. Изучение Солнца имеет огромное значение, так как Солнце играет ключевую роль в формировании и поддержании жизни на Земле, а его активность может оказывать влияние на множество астрономических и геофизических процессов.

Существует несколько различных спутников Солнца.

**Solar and Heliospheric Observatory (SOHO):** Запущен в 1995 году совместными усилиями NASA и Европейского космического агентства (ESA). Этот спутник является одним из самых успешных спутников Солнца, который находится на гелиоцентрической орбите между Землей и Солнцем. SOHO оснащен множеством научных инструментов, включая приборы для изучения солнечных ветров, солнечных пятен, солнечных вспышек и других явлений, происходящих на Солнце. Этот спутник сделал существенный вклад в наше понимание солнечной физики и динамики Солнечной системы.

**Parker Solar Probe:** Запущен в 2018 году с целью получить непосредственные наблюдения солнечной короны и изучить ближайшую окрестность Солнца. Он является первым космическим аппаратом, который приближается к Солнцу на таком расстоянии, что достигает второй космической скорости - скорости, достаточной для преодоления гравитационного притяжения Солнца. Parker оснащен термально защищенным щитом, который позволяет ему выдерживать экстремальные температуры и сблизиться с Солнцем на расстояние около 6,2 миллионов километров. Этот спутник предоставляет уникальные данные о солнечной активности, магнитных полях и солнечном ветре.

Кроме SOHO и Parker Solar Probe, существуют и другие спутники Солнца, такие как Solar Dynamics Observatory (SDO), которые также играют важную роль в изучении Солнца и его воздействия на окружающую среду. Все эти спутники совместно работают, обеспечивая непрерывное и всестороннее наблюдение за Солнцем и его активностью.

Изучение Солнца и солнечной активности с помощью спутников Солнца позволяет ученым получать ценные данные о физических процессах, происходящих на Солнце, и их влиянии на нашу планету и другие объекты в Солнечной системе. Эти данные помогают лучше понять солнечную физику, прогнозировать солнечную погоду, а также исследовать возможности использования солнечной энергии для практических целей.

Миссия Voyager является одной из самых значимых и успешных космических миссий в истории исследования Солнечной системы. Она была запущена в 1977 году с целью исследования внешних планет — Юпитера и Сатурна, а также их лун, колец и магнитосфер. Однако миссия Voyager имела гораздо большую значимость, чем изначальные научные цели: космические аппараты Voyager 1 и Voyager 2 стали первыми и единственными человеческими объектами, которые покинули границы Солнечной системы и вошли в межзвездное пространство. Это открытие открыло новую эру исследования космоса и дало возможность получить информацию о внешних регионах нашей Галактики.

Всего можно выделить несколько основных достижений и научных открытий, сделанных миссией Voyager:

**Расширенное изучение внешних планет:** Миссия Voyager предоставила уникальную возможность изучить Юпитер и Сатурн, их атмосферы, спутники и кольца. Мы получили детальные изображения этих планет и обнаружили ранее неизвестные феномены, такие как вулканическая активность на Ио, спутнике Юпитера, и сложная структура колец Сатурна.

**Открытие новых лун:** Миссия Voyager обнаружила несколько новых лун у Юпитера и Сатурна. Всего было обнаружено около 20 новых спутников, включая Титан — самую крупную луну Сатурна, которая имеет атмосферу и поверхностные озера из жидкого метана.

**Изучение магнитосфер:** Voyager провел детальное исследование магнитосфер Юпитера и Сатурна, что привело к новым открытиям о магнитных полях и плазменных процессах, происходящих вокруг этих планет.

Важные историческое и научное значения имеют путешествия Voyager и его преодоления гравитационного влияния Солнечной системы.

После запуска в 1977 году, Voyager 1 и Voyager 2 использовали гравитационный притяжение планет для ускорения и изменения своих траекторий. Они прошли мимо Юпитера в 1979 году и использовали гравитационный маневр для изменения направления полета и отправились к Сатурну. После пролета мимо Сатурна в 1980 году Voyager 1 продолжил свое движение в сторону внешней границы Солнечной системы, в то время как Voyager 2 направился к Урану и Нептуну.

Пролеты мимо Урана и Нептуна были сложными маневрами, требующими точного расчета траектории и использования гравитационного притяжения планет. Voyager 2 успешно пролетел мимо Урана в 1986 году, а затем продолжил свой путь к Нептуну, где совершил пролет в 1989 году. Эти пролеты были первыми и единственными ближайшими исследованиями этих двух планет. Миссия Voyager предоставила нам первые детальные фотографии и данные о структуре, составе и атмосферах

этих ледяных гигантов.

Во время всех этих пролетов космические аппараты собирали данные о планетах, их спутниках, атмосферах и магнитных полях.

В настоящее время они находятся в межзвездном пространстве, за пределами влияния гравитационного поля Солнечной системы. Они продолжают передавать данные об окружающем космическом пространстве и становятся своего рода межзвездными зондами.

Миссия Voyager стала значительным вкладом в наше понимание внешних планет, их лун и межзвездного пространства. Полученные данные и изображения, переданные Voyager, продолжают помогать ученым расширять наши знания о нашей солнечной системе и космосе в целом.

Использование космических скоростей может открыть множество новых возможностей для исследования космоса и развития технологий. Вот несколько инновационных идей:

1. Межпланетные Путешествия: Разработка космических кораблей, способных достигать второй и третьей космических скоростей, может сделать возможными пилотируемые миссии к другим планетам и их спутникам.

2. Космический Лифт: Использование первой космической скорости для создания структуры, соединяющей Землю с орбитальной станцией, что позволит транспортировать грузы и людей без использования ракет.

3. Межзвёздные Зонды: Применение четвертой космической скорости для запуска автоматических зондов, которые могут покинуть нашу галактику и доставить информацию о межзвёздном пространстве.

4. Орбитальные Города: Создание крупномасштабных жилых комплексов на орбите, использующих первую космическую скорость для поддержания стабильной орбиты вокруг Земли.

5. Энергетические Станции: Размещение солнечных ферм на геостационарной орбите, используя первую космическую скорость, для сбора солнечной энергии без помех от атмосферы.

Эти идеи могут стать основой для будущих проектов, которые изменят наше взаимодействие с космосом и расширят границы человеческих возможностей.

Исследование космических скоростей и их применение в спутниках Земли и Солнца играют важную роль в современной астрономии и космической науке. В ходе научной работы было изучено влияние космических скоростей на орбитальные движения спутников вокруг Земли и Солнца.

Использование определенных космических скоростей позволяет достичь различных целей и задач в космической деятельности. Например, для спутников Земли оптимальная космическая скорость позволяет им оставаться на определенной орбите и поддерживать необходимую позицию над поверхностью Земли для выполнения своих функций, таких как связь, наблюдение или навигация. Космическая скорость также важна для преодоления гравитационного притяжения Земли и обеспечения стабильности орбиты.

В случае спутников Солнца, таких как зонды и обсерватории, космические скорости используются для достижения определенных солнечных орбит и позиций, чтобы получить максимально полезную информацию о Солнечной системе и солнечной активности. Это позволяет ученым изучать солнечные вспышки, солнечные ветры и другие явления, которые имеют значение для понимания солнечной физики и ее влияния на Землю и космическую среду.

Таким образом, исследование космических скоростей имеет большое значение для различных аспектов космической деятельности и способствует расширению наших знаний о космосе и нашей планете. Результаты этой научной работы могут быть применены в различных сферах, от разработки и управления спутников до изучения солнечных явлений и понимания физики космических движений.

**Список использованных источников:**

1. Баттин, Р. Х. *Математика и методы астродинамики*. Москва: Физматлит.
2. Курц, Х. Д. *Астродинамика для инженеров*. Москва: Техносфера.
3. Монтенбрук, О., & Гилл, Э. *Орбиты и миссии искусственных спутников Земли*. Москва: Издательство "Лань".
4. Прюссинг, Дж. Э., & Конвей, Б. А. *Орбитальная механика*. Москва: Издательский дом "Вильямс".
5. Счауб, Х., & Джанкинс, Дж. Л. *Аналитическая механика космических систем*. Москва: Издательство "Лань".
6. Валадо, Д. А. *Основы астродинамики и её приложения*. Москва: Издательство "Лань".

## STUDY OF COSMIC VELOCITIES AND THEIR APPLICATION IN THE SATELLITES OF THE EARTH AND THE SUN

*Dimitriev A. A., student*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics  
Minsk, Republic of Belarus*

*Andrianova E.V. – Assistant of the Department of Physics*

**Annotation.** Cosmic velocities and their application in the space industry are considered. Artificial satellites of the Earth and the Sun are described. Other variants of the use of cosmic velocities are proposed

**Keywords.** Cosmic velocities, Earth satellites, Belarusian spacecraft-1, Belarusian spacecraft-2, CubeBel-1, Marina Vasilevskaya, solar satellites, Solar and Heliospheric Observatory, Parker Solar Probe, Voyager 1, Voyager 2.