**Дополнительные материалы к уроку**

Задания сформулированы на основе программы учебника по геометрии Атанасяна Л. С., Бутузова В. Ф. и др. (Москва, «Просвещение», 2014 год).

**Биография Ари Штернфельда и его книга «Введение в космонавтику»**

Ари Абрамович Штернфельд (1905–1980) прошел яркий жизненный путь. Расцвет его творческой деятельности приходится на 20–50-е годы прошлого века, на период резкого подъема интереса ученых и инженеров к проблемам космического полета и начала космонавтики. В это время мечта человечества о полете в космос встала на прочную научную и инженерную основу теоретических и экспериментальных исследований в результате работ К. Э. Циолковского, Р. Эсно-Пельтри, Р. Годдарда, Г. Оберта, В. Гомана, Ю. В. Кондратюка, Ф. А. Цандера, С. П. Королева, В. П. Глушко, М. К. Тихонравова и ряда других ученых, пионеров ракетно-космической науки и техники. Большой вклад в становление и развитие космонавтики внес и А. А. Штернфельд, посвятивший всю свою творческую жизнь проблемам освоения космического пространства. Его работы и идеи выдержали самое трудное испытание – испытание временем и не потеряли своей значимости до сих пор.

А. Штернфельд начал серьезно заниматься космонавтикой с 20 лет, но уже в школьные годы у него зародились идеи, которые он позже разработал и включил в свое «Введение в космонавтику». В космонавтике он нашел свое призвание, она поглотила всю его жизнь. После окончания в 1927 г. Института электротехники и прикладной механики Нансийского университета Франции А. Штернфельд поступил в докторантуру Сорбонны, избрав темой диссертации исследование проблем космонавтики. Он изучал труды Циолковского, Оберта, Гомана, Эсно-Пельтри и проводил оригинальные исследования по теории космонавтики. Однако избранный им путь был тернист. Его французские руководители в докторантуре не одобрили выбранную им проблему. Но А. Штернфельд продолжил свою работу. Он вступил в переписку с К.Э. Циолковским.

В 1930 г. в парижской газете «Юманите» А. Штернфельд опубликовал научно-популярную статью по космонавтике, где, поместив портрет К.Э. Циолковского, сообщил о его пионерских работах по ракетным полетам на другие планеты и пророчески написал: «Только социалистическое общество откроет путь к освоению космического пространства». Научную популяризацию идей космонавтики А. Штернфельд блестяще продолжал всю свою жизнь, это, несомненно, его большой вклад в мировую космонавтику.

В 1932 г. по приглашению Наркомтяжпрома СССР А. Штернфельд ездил в СССР для оформления проекта недавно изобретенного им робота-андроида, первоначально задуманного им для дистанционного выполнения опасных работ. Впоследствии стало ясно, что эта идея может быть использована в будущем и для космических операций. Данный проект продемонстрировал, с одной стороны, умение А. Штернфельда решать не только теоретические задачи, но и инженерные. А с другой стороны, он показал широту кругозора ученого. Затем А. Штернфельд выполнил еще несколько работ в данном направлении.

После этого А. Штернфельд вернулся в Лодзь, где в 1933 г. закончил рукопись книги «Введение в космонавтику» и в декабре 1933 г. представил свою работу в Астрономической обсерватории Варшавского университета. Хотя в его докладе не было обнаружено научных ошибок, ее приняли довольно холодно, так как его идеи казались слишком фантастическими.

В начале 1934 г. две оригинальные научные работы А. Штернфельда были представлены Ж. Перреном и Э. Эсклангоном Французской академии наук.

В первой работе автор предложил интересную идею и прибор для автономной навигации «Метод определения траектории тела, движущегося в межпланетном пространстве, наблюдателем, связанным с подвижной системой». Расстояние до Солнца здесь предлагалось определять по измерению температуры бортовым термометром.

Во второй работе «О траекториях, позволяющих приблизиться к центральному притягивающему телу, исходя из определенной кеплеровской орбиты» автор рассмотрел задачу подлета к небесному телу. Он впервые показал, что при определенных условиях подлет КА к светилу энергетически выгоднее осуществить не по дуге полуэллипса, а по биэллиптической траектории с первоначальным удалением от центра притяжения. Этот результат стал главным научным достижением А. Штернфельда. Благодаря нему несомненен и важен научный вклад А. Штернфельда в мировую космонавтику.

В мае 1934 г. в Сорбонне Парижа А. Штернфельд повторил свой доклад по книге «Введение в космонавтику» в присутствии Р. Эсно-Пельтри, А. Луи-Гирша и др. Этот доклад был тепло встречен учеными. Положительные отзывы о его работе дали Р. Эсно-Пельтри, Г. Оберт, Ж. Перрен, П. Ланжевен, В. Гоман. Рукопись была удостоена в 1934 г. Международной поощрительной премии по астронавтике Комитета астронавтики Французского астрономического общества. В письме А. Луи-Гирша автору было выражено пожелание найти издателя для публикации своего труда.

Это пожелание было осуществлено позднее в Советском Союзе. У А. Штернфельда тогда «была глубокая уверенность, что первым к освоению космического пространства приступит Советский Союз». Поэтому в 1935 г. он переехал в Советский Союз и принял советское гражданство. Он стал сотрудником Реактивного научно-исследовательского института (РНИИ), работал вместе с С. П. Королевым, В. П. Глушко, М. К. Тихонравовым, Ю. А. Победоносцевым, Г. Э. Лангемаком и некоторыми другими ныне хорошо известными учеными. В 1937 г. его книга «Введение в космонавтику», дополненная новыми данными, была издана в нашей стране и получила положительные отзывы специалистов, занимавшихся исследованием межпланетных полетов.

Эта книга «Введение в космонавтику» сыграла большую роль в распространении в нашей стране знаний об освоении космического пространства и поэтому, несомненно, стала важным вкладом А. Штернфельда в космонавтику. Отметим также то немаловажное обстоятельство, что важные термины «космонавтика», «первая космическая скорость» были здесь впервые введены автором.

После этого А. Штернфельд продолжал свои исследования. В 1938—1946 гг. он подал заявки на изобретения и получил несколько авторских свидетельств, развивших его давнюю идею андроида. В 1940-е и последующие годы А. А. Штернфельд, хотя и не принимал непосредственного участия в разработке конкретных ракетно-космических систем, однако активно продолжал исследования в области теории космического полета. В 1945 г. он опубликовал в «Докладах Академии наук СССР» работу о пересечении атмосферы космической ракетой. Помимо «Введения в космонавтику», Штернфельд опубликовал еще несколько книг, статей. В 1956 г., незадолго до запуска Советским Союзом первого в мире спутника и начала космической эры, он выпустил интересную книгу «Искусственные спутники Земли» и в 1958 г. – ее второе издание «Искусственные спутники», где развил свою давнюю идею «обходной» траектории с задачи подлета к центральному телу (например, Солнцу) на задачу межорбитального перелета. В 1974 г. вышло второе издание его «Введения в космонавтику». Труды А. А. Штернфельда издавались более 80 раз на нескольких десятках языков во многих странах мира. Его научная деятельность получила признание как у нас в стране, так и за рубежом. В СССР ему присвоена ученая степень доктора технических наук honoris causa, звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Университет в Нанси и Национальный политехнический институт Лотарингии присвоили ему степень доктора физико-математических наук honoris causa. В 1963 г. он был удостоен второй международной премии – премии Галабера по астронавтике.

Более подробная информация:

<https://www.keldysh.ru/papers/2005/prep20/prep2005_20.html>.

**Биография Ари Штернфельда**

Ари Абрамович Штернфельд родился 15 мая 1905 года в старинном польском городе Серадз, недалеко от Лодзи. После начала Первой мировой войны, в 1914 году, его семья переехала в Лодзь, где Ари поступил в гимназию. Уже в старших классах гимназии у его возникли идеи о полетах в космос с помощью ракеты, а в 17 лет он познакомился с работой Альберта Эйнштейна «О специальной и общей теории относительности». Не все поняв в ней, А. Штернфельд решился написать знаменитому ученому письмо с просьбой разъяснить отдельные положения и, что интересно, получил ответ на свои вопросы, который А. Энштейн написал собственноручно.

В 1924 году А. Штернфельд поступил во французский институт электротехники и прикладной механики, который входил в состав Нансийского университета. Чтобы оплатить учебу, он работал грузчиком на рынке и рабочим на автозаводе Рено, контролером газовых счетчиков и конструктором на автомобильном предприятии Омера Самена. Все годы учебы А. Штернфельд не расставался с идей освоения космоса и даже проводил расчеты движения ракеты в космическом пространстве и вычерчивал схемы с траекторией таких полетов.

После окончания института он переехал в Париж, где успешно работал технологом, конструктором, консультантом на различных промышленных предприятиях, разрабатывая новое оборудование. В это время А.А. Штернфельдом были запатентованы несколько изобретений (главным образом по автоматике), которые использовались в различных областях техники – от машиностроения до производства искусственных алмазов. Но главным для него по-прежнему было всестороннее изучение возможностей полета в космос.

В 1928 году Ари Штернфельд поступил в докторантуру Сорбонского университета, где начинает работу над диссертацией, посвященной проблемам космических полетов. Он изучает историю и технику ракетного дела, теорию ракет, вопросы механики их полета. Особое внимание при этом уделялось расчетам траекторий движения будущих космических аппаратов.

Параллельно с работой над диссертацией А.А. Штернфельд много выступал с лекциями, публиковал статьи в газетах и журналах, пропагандируя свои взгляды на космонавтику и обосновывая необходимость исследования космоса, доказывая, что космические полеты в недалеком будущем станут реальностью.

В 1929 году, работая над диссертацией, А.А. Штернфельд из немецких журналов узнал о работах русского ученого К.Э. Циолковского в области изучения космического пространства.

Поскольку в то время работы К.Э. Циолковского ни на французском, ни на немецком, ни на польском языках, которыми владел А.А. Штернфельд, не были опубликованы, он изучил русский язык. А.А. Штернфельд вступил в переписку с К.Э. Циолковским с просьбой прислать свои работы. И русский ученый откликнулся на ней. Первой книгой, прочитанной А.А. Штернфельдом на русском языке, стала работа К.Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Их переписка не прекращалась до смерти Константина Эдуардовича.

В 1930 году в газете французских коммунистов «Юманите» А.А. Штернфельд опубликовал статью «Вчерашняя утопия – сегодняшняя реальность», в которой написал о К.Э. Циолковском, его работах, приложив его фотографию. Именно эта публикация и открыла для Европы имя К.Э. Циолковского.

Летом 1931 года работа над докторской диссертацией была почти завершена: проведено большое количество расчетов, собран огромный объем материалов. Но научные руководители А.А. Штернфельда заявили, что не могут взять на себя ответственность за тематику исследований, столь далекую от реальности. Они предложили изменить тему диссертации, но молодой ученый не согласился с этим и продолжал работу в избранном им направлении.

В 1932 году произошло еще одно знаковое событие в жизни А.А. Штернфельда. По приглашению народного комиссариата тяжелой промышленности СССР он побывал в Советском Союзе, где занимался оформлением проекта изобретенного им незадолго до этого робота-андроида, первоначально задуманного им для дистанционного выполнения опасных работ. Впоследствии, кстати, стало ясно, что эта идея может быть использована в будущем и для космических операций. Данный проект продемонстрировал, с одной стороны, умение А.А. Штернфельда решать не только теоретические, но и инженерные задачи, а с другой стороны, он показал широту кругозора ученого.

Чтобы иметь возможность сконцентрироваться исключительно над работой в области космонавтики, позволяющей оформить результаты своих исследований, А.А. Штернфельд в августе 1932 г. вернулся к родителям в Лодзь, где за полтора года упорной работы развил свою диссертацию и оформил ее в виде монографии. Монография была написана на французском языке и называлась «Initiation a la Cosmonautique» («Введение в космонавтику»).

В монографии ученым впервые были разработаны многие вопросы, связанные с теориями межпланетной световой сигнализации и составной ракеты. А.А. Штернфельд в своей работе доказал теоретическую возможность перелета к ближайшим звездам и обратно в течение одной человеческой жизни, а также вычислил энергетически наиболее выгодные межпланетные траектории, позволяющие уменьшить необходимую мощность ракеты, а потому требующие постройки несравненно более легких и менее сложных ракет. В работе был рассмотрен еще целый спектр вопросов, связанных с межпланетными полетами.

В декабре 1933 г. А.А. Штернфельд представил свою работу в Астрономической обсерватории Варшавского университета, и, хотя в его докладе не было обнаружено научных ошибок, он был принят довольно холодно, так как его идеи казались слишком фантастическими.

Ученый вновь вернулся в Париж, где в стенах Французской академии наук впервые обсудили космическую тематику.

22 января 1934 г. был представлен доклад А.А. Штернфельда «Метод определения траектории объекта, движущегося в межпланетном пространстве, наблюдателем, находящимся на этом объекте», а 12 февраля 1934 г. – его второй доклад «О траекториях, позволяющих приблизиться к центральному притягивающему телу, исходя из заданной кеплеровской орбиты».

2 мая 1934 г А.А. Штернфельд в присутствии видных французских ученых повторил свой доклад по монографии «Введение в космонавтику», который был встречен очень тепло. Положительные отзывы о его работе дали Р. Эсно-Пельтри, Г. Оберт, Ж. Перрен, П. Ланжевен, В. Гоман, а рукопись доклада была удостоена Международной поощрительной премии по астронавтике Комитета астронавтики Французского астрономического общества. Автору пожелали найти издателя для публикации этого труда.

Таким образом работы А.А. Штернфельда получили официальное признание, появились серьезные и заманчивые предложения работы. Но у него были другие планы.

У А.А. Штернфельда уже тогда «была глубокая уверенность, что первым к освоению космического пространства приступит Советский Союз». Именно поэтому в 1935 г. он приезжает в СССР, принимает советское гражданство и становится сотрудником Реактивного научно-исследовательского института (РНИИ), где работает вместе с С.П. Королевым, В.П. Глушко, М.К. Тихонравовым, Ю.А. Победоносцевым, Г.Э. Лангемаком. Кстати, именно в отделе, возглавляемым С.П. Королевым, в должности старшего инженера и работал А.А. Штернфельд.

Особенно близко А.А. Штернфельд подружился с главным инженером РНИИ Георгием Эриховичем Лангемаком, который и перевел его работу «Введение в космонавтику» на русский язык.

В 1937 году книга, дополненная новыми данными, впервые была издана в Москве, получив в высшей степени похвальные отзывы ученых.

«*Введение в космонавтику» сыграло роль своеобразной энциклопедии, посвященной предстоящему освоению космического пространства… Неудивительно, что по этой книге учились многие из тех, кому в будущем предстояла практическая работа по завоеванию космоса*», – писал о книге А.А. Штернфельда академик Б.В. Раушенбах. В 1974 году в издательстве «Наука» вышло второе издание «Введения в космонавтику». Несмотря на то что со времени первого издания техника шагнула вперед и прошло почти 40 лет, книга вышла в свет без существенных изменений и была лишь дополнена примечаниями и комментариями автора.

Все авторы, пишущие о работах А.А. Штернфельда, отмечают этот редкий случай в мировой практике. Редкий, ибо книга не только через десятилетия вышла без изменений, но и поныне продолжает оставаться актуальным учебником по космонавтике. Еще раз подчеркнем, что сам общепризнанный ныне термин «космонавтика» стал таковым после появления его на обложке книги А.А. Штернфельда. Переводчик сохранил и другие введенные автором термины, как, например, «космический аппарат», «перегрузка», «скафандр», «космический корабль»; позже возникли термины «космонавт» и «космодром».

Но 1937 год стал для ученого не только годом научного триумфа. Осенью этого года в Реактивном научно-исследовательском институте начинается «чистка». А.А. Штернфельда увольняют из института, а устроиться на работу бывшему иностранцу, да еще уволенному с работы в «закрытом институте», очень непросто.

Но, наверное, именно это спасло его от ареста, поскольку практически сразу после увольнения А.А. Штернфельда РНИИ как «детище Тухачевского» был подвергнут жесточайшей «чистке». Были арестованы, а затем расстреляны И.Т. Клейменов, Г.Э. Лангемак. В лагере оказались С.П. Королев и В.П. Глушко.

В последующие 43 года своей жизни А. А. Штернфельд, несмотря на все усилия, включая личное обращение к И.В. Сталину, работает над проблемами космонавтики дома один без помощников и сотрудников.

После начала Великой Отечественной войны А.А. Штернфельд обращается в военкомат с просьбой о призыве в ряды Красной армии, однако получает отказ и вместе с женой и двумя дочерями оказывается в эвакуации в городе Серове Свердловской области, где в металлургическом техникуме стал преподавать физику, черчение, сопротивление материалов, а его жена Густава – немецкий язык.

Сегодня на здании Серовского металлургического техникума находится мемориальная доска, напоминающая о том, что здесь с августа 1941 года по декабрь 1944 года работал А.А. Штерфельд.

К сожалению, сохранилось немного воспоминаний об этом периоде деятельности А.А. Штернфельда, но в середине 60-х годов XX века его бывшие ученики вспоминали, как на занятиях он рассказывал им о первой и второй космических скоростях, о возможности полетов в космос, как наполовину в шутку выводил своим студентам отметки, рассчитывая их на логарифмической линейке с точностью до сотых долей, а в перерывах между уроками занимался космическими расчетами.

Возвращение в Москву из эвакуации оказалось тоже очень непростым делом. Только ходатайство академика О.Ю. Шмидта и личное обращение А.А. Штернфельда к М.И. Калинину позволили в декабре 1944 года вернуться из эвакуации в Москву, где опять начинаются тщетные поиски работы.

Источником существования А.А. Штернфельда становятся его публикации в газетах и журналах и выступления на космическую тематику. Статьи А.А. Штерфельда в журналах «Наука и жизнь», «Техника – молодежи», «Знание – сила», «Природа», «Химия и жизнь», «Вокруг света», «Огонек», «Смена», а также выступления в Планетарии, Доме литераторов, Политехническом музее находят живой отклик среди читателей и пользуются большой популярностью среди тех, кто интересуется изучением космоса.

Продолжалась и научная деятельность А.А. Штернфельда. В 1956 году (за год до запуска первого искусственного спутника Земли) была издана его книга «Искусственные спутники Земли», которая вызвала настоящую сенсацию и принесла А.А. Штерфельду заслуженную славу. Эта книга в 1957–1958 годах была 25 раз издана в 18 странах мира. Не меньший успех имела и следующая его книга – «От искусственных спутников – к межпланетным полетам». По книгам А.А. Штерфельда, которые раскупались мгновенно, учились многие из тех, кто осуществлял практическую работу в области освоения космоса, в том числе и космонавты.

В 1961 году А.А. Штернфельд был избран почетным членом Академии и Общества наук в Лотарингии во Франции, в 1962 году – вместе с Ю.А. Гагариным удостоился Международной премии Галабера по астронавтике.

В середине 60-х годов официальное признание научная деятельность А.А. Штерфельда находит и в Советском Союзе, когда в 1965 году Академия наук СССР присудила ему ученую степень доктора наук без защиты диссертации.

Но даже это не помогает его официальному трудоустройству, и он по-прежнему живет в крайне сложных материальных условиях на гонорары от своих публикаций и выступлений. Когда же встал вопрос о выплате ему пенсии по достижению возраста, то оказалось, что это невозможно, поскольку постоянного места работы А.А. Штернфельд не имел и решению этой проблемы способствовало только личное вмешательство президента Академии наук СССР М.В. Келдыша.

Умер А.А. Штерфельд 5 июля 1980 года и похоронен в Москве на Новодевичьем кладбище.

На могиле ученого установлен памятник с изображением его знаменитой обходной траекторией движения к космическим объектам и надписью «Per aspera ad astra» («Сквозь тернии к звездам») – то самое изречение, которое так любил повторять Ари Абрамович Штернфельд.

Именем Ари Абрамовича Штернфельда названы кратер на обратной стороне Луны, планетарий и астрономическая обсерватория в Лодзи, музей космонавтики в школе-интернате г. Пыталово Псковской области, улицы в городах Серадз и Лодзь.

Мемориальные доски, посвященные деятельности А.А. Штерфельда, установлены на домах, где они жил и работал в Москве, Серове Свердловской области, Лодзь и Серадз.

Его труды переведены на 40 языков мира в 39 государствах.

Большая часть архива А.А. Штерфельда хранится в Политехническом музее в Москве, где есть его мемориальный кабинет.

Дополнительные сведения:

<https://epizodyspace.ru/bibl/shternfeld/paradoksy/paradoksy-kosmonavtiki-91.htm>

<https://www.go-electronic.com/?p=788>

**Информация для пояснения к первому заданию**

Слова «космос» и «косметика» являются этимологически родственными? Они восходят к одному древнегреческому глаголу kosmeö, означавшему «строить, приводить в порядок», а также «украшать». Однокоренное существительное kosmos тоже имело два значения – «упорядоченность, мироздание, Вселенная» и «украшение, наряд». Эти смысловые варианты проявились в двух паронимах-прилагательных: kosmikos (космический), что означало «вселенский, относящийся к космосу», и kosmetikos (косметический) – «украшающий» (связанное с ним сочетание слов kosmetikё technё – «искусство украшения» – и приводит нас к современному слову «косметика»).

**Дополнительная информация об эксперименте Эратосфена**

Первые измерения размера Земли выполнил александрийский ученый Эратосфен еще в III веке до нашей эры, причем сумел получить удивительно точные результаты. Как это было сделано?

Эратосфену было известно, что в день летнего солнцестояния в городе Сиене Солнце в полдень находится точно в зените, освещая дно глубоких колодцев. Действительно, этот город расположен на линии северного тропика. В этот день Эратосфен измерил высоту Солнца в Александрии и нашел, что оно отстоит от зенита на 1/50 часть окружности. Расстояние между этими городами было известно и составляло 5000 стадиев. Следовательно, вся окружность земного шара имеет длину в 50 раз большую – 250 000 стадиев или 39600 километров. Возможно, реальная точность измерений была несколько ниже и результат лишь случайно оказался настолько близок к реальности, но факт остается фактом – более точное значение смогли получить лишь в XVIII веке.

Это значение – 40 000 км. И не стоит удивляться такой круглой цифре – дело в том, что именно по результатам этих измерений было принято определение километра как 1/40 000 части длины меридиана. Позже значение длины меридиана не раз уточнялось, но длину эталона метра уже не меняли, поэтому сейчас цифры не такие «красивые».

Мы можем повторить этот опыт великого ученого. Нам не нужно, чтобы Солнце находилось в зените в одном из пунктов наблюдений, нам даже не нужно проводить измерения в один день – нам нужно только вычислить разность широт, определенных по высоте Солнца. Другой вопрос, если мы будем определять склонение Солнца приближенно, как описано ранее, это внесет дополнительные погрешности. Поэтому если из стремления к чистоте эксперимента не пользоваться современными астрономическими таблицами и вычислительной техникой, измерения действительно лучше производить вблизи дня солнцестояния – в это время склонение его очень мало изменяется в течение нескольких дней. Так что, если мы путешествуем с 20 по 25 июня, мы можем вполне обойтись сравнением высот Солнца.



Δφ/360 = L/2πR0

R0 = L\*360/2πΔφ, где

R0 - радиус Земли

Δφ=(z1-z2) - разность географических широт пунктов наблюдения или разность высот Солнца

L - расстояние между пунктами наблюдений