

ДЕПАРТАМЕНТ КУЛЬТУРЫ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КУЛЬТУРЫ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ
«КУЛЬТУРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИМЕНИ В. В. ТЕРЕШКОВОЙ»

**МАТЕРИАЛЫ
I МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ЧТЕНИЯ ИМЕНИ ВАЛЕНТИНЫ ВЛАДИМИРОВНЫ
ТЕРЕШКОВОЙ»**

Ярославль
16 июня 2020

Ярославль
2020

ДЕПАРТАМЕНТ КУЛЬТУРЫ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КУЛЬТУРЫ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ
«КУЛЬТУРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИМЕНИ В. В. ТЕРЕШКОВОЙ»

**МАТЕРИАЛЫ
I МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ЧТЕНИЯ ИМЕНИ ВАЛЕНТИНЫ ВЛАДИМИРОВНЫ
ТЕРЕШКОВОЙ»**

Ярославль
2020

УДК 52:521: 620: 678
ББК 22.6 я 434
Ч 914

Ч 914 **Чтения имени В. В. Терешковой:** сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Чтения имени Валентины Владимировны Терешковой». Ярославль, 16 июня 2020 г. Сост. Тихомирова Е. Н., Перов Н. И., Роменская О. М. – Ярославль, 2020. – 140 с.

В сборнике представлены статьи, доклады, тезисы докладов участников I Международной научно-практической конференции «Чтения имени Валентины Владимировны Терешковой». Материалы охватывают широкий круг вопросов, связанных с космонавтикой, астрономией, астрокосмическим образованием и просвещением и их объединением в общественной жизни общества.

Авторский коллектив:

**Багров А. В., Бежан Д. С., Белоножко Д. Ф., Васильева Г. А.,
Григорьева А. И., Зубарева Т. И., Иванова Ю. Д., Кравец З. И.,
Лукрица П. Ю., Митропов В. В., Митропова Е. Б., Муртазов А. К.,
Пахомычева В. Э., Перов Н. И., Петелин Д. А., Роменская О. М.,
Ронкина А. Ю., Тихомирова Е. Н., Трофилева И. Н.,
Феоктистова И. А., Хван М. З., Чувилева М. А.**

Ответственный за выпуск: Е. Н. Тихомирова

Издание осуществляется в рамках федеральной целевой программы развития культуры на 2020–2024 годы

ISBN 978-5-91722-407-7

© ГАУК ЯО «Культурно-просветительский центр имени В. В. Терешковой»
© Коллектив авторов, 2020
© Тихомирова Е. Н., Перов Н. И., Роменская О. М., составление, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
Обращение В. В. Терешковой	9
Приветствие директора департамента культуры Ярославской области М. В. Васильевой	10
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ	11
<i>Петелин Д. А.</i> Путь исследователя	13
<i>Багров А. В.</i> Нам – туда, где Земля в зените!	20
<i>Муртазов А. К.</i> Метеорные исследования в Рязани в XXI веке	21
<i>Пахомычева В. Э.</i> Локализация галактических метеоров	26
<i>Перов Н. И.</i> Микрочастицы в системах двойных звезд	31
<i>Перов Н. И.</i> Роль планет-гигантов в порождении опасных для земной цивилизации малых небесных тел	40
<i>Чувилева М. А.</i> Предвычисление тесных сближений с землей опасных астероидов	42
<i>Иванова Ю. Д.</i> Прогноз мест падений метеоритов	50
<i>Лукрица П. Ю.</i> АРКК «Воздушный старт»	59

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ	61
<i>Белоножко Д. Ф.</i>	
Миры Лесли Пелтье	63
<i>Тихомирова Е. Н.</i>	
Дистанционный формат дополнительного астрономического образования и просвещения	65
<i>Роменская О. М.</i>	
Творчество в астрономическом кружке	67
<i>Бежан Д. С.</i>	
К вопросу о поиске внеземных цивилизаций Земного типа	70
<i>Хван М. З.</i>	
Вифлеемская звезда. Астрономическая интерпретация	73
<i>Кравец З. И.</i>	
Астрономическое образование и просвещение в рамках федеральных государственных образовательных стандартов	98
<i>Феокистова И. А.</i>	
Опыт работы Планетария Самарского университета как структурного подразделения крупнейшего вуза региона	102
КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ	107
<i>Васильева Г. А.</i>	
Дополнительное космическое образование молодежи в Космоцентре Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина	109
<i>Ронкина А. Ю.</i>	
Значение подростковых клубов в космическом воспитании молодежи	114
<i>Митропов В. В., Митропова Е. Б.</i>	
60 лет первым судам Морского Космического флота: океанским опорам Гагаринского космического моста	120
<i>Митропова Е. Б., Митропов В. В.</i>	
Общественному Музею Морского Космического Флота ГБУК Культурного Центра «МИТИНО» 22 года	126
<i>Григорьева А. И.</i>	
Космические разведчики	132
<i>Зубарева Т. И.</i>	
Космическое просвещение в Детском космическом центре имени В. П. Савиных города Кирова	137

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 2020 году Ярославская область вместе со всей Россией отметила замечательную дату: 57-летие полета в космос первой в мире женщины-космонавта В. В. Терешковой. Ее полет стал одним из знаковых символов целой эпохи и важнейшей вехой новейшей истории. Имя Валентины Владимировны Терешковой и дата 16 июня 1963 года золотой строкой занесены в историю космической эры.

Полет В. В. Терешковой относится к тем свершениям человечества, над величием которых никогда не будет властно время. Это было событие поистине планетарного масштаба, нашедшее отклик во всех уголках Земли. Сегодня, спустя десятилетия, его значение становится еще более очевидным.

Ее шаг в небо не только означал преодоление земного притяжения, – он стал зримым воплощением новых, безграничных возможностей человека. Войдя в число первопроходцев космоса, Валентина Владимировна вместе с ними открыла человечеству дорогу на просторы Вселенной, дорогу в завтра.

Первая женщина-космонавт открыла и новую эпоху в истории Ярославии. Благодаря героизму В. В. Терешковой в тысячелетнюю летопись нашей древней земли вписана новая – космическая страница. Позывные «Чайки» связали многовековое прошлое края с космическим завтрашним днем человечества.

I Международная научно-практическая конференция «Чтения имени В. В. Терешковой», посвященная годовщине полета первой женщины-космонавта В. В. Терешковой, состоялась 16 июня 2020 года. (Организаторы конференции: Департамент культуры Ярославской области и ГАУК ЯО «Культурно-просветительский центр имени В. В. Терешковой»).

Конференция отразила влияние освоения космоса на следующие сферы:

- повышение конкурентоспособности России и Ярославского региона на мировом рынке;
- стимулирование развития экономики путем создания и внедрения новых материалов, технических средств и методов, развития новых сфер деятельности;
- обеспечение национальной безопасности и развитие международного сотрудничества;
- сохранение окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов;
- повышение национального престижа и гордости, уровня образования, культуры и духовности.

В Конференции приняли участие ветераны космонавтики, ученые, педагоги, учащиеся, творческая интеллигенция, представители средств массовой информации и общественных организаций из различных городов России.

Среди устных докладов необходимо отметить доклады:

- Вибе Д. З. – доктора физико-математических наук, зав. отделом Галактики и звезд Института астрономии РАН, профессора РАН (г. Москва), представителя Международного астрономического союза, «Конкурс NameExoWorlds: итоги и выводы»;
- Митропова В. В. – председателя Клуба ветеранов Морского Космического флота, кандидата военных наук, доцента, профессора Академии Военных наук, капитана 1-го ранга;
- Митроповой Е. Б. – директора Общественного музея Морского Космического флота, ГБУК города Москвы КЦ «МИТИНО»;
- Розаева А. Е. – научного сотрудника Словацкой Академии наук: «Динамическая эволюция трех молодых астероидных пар», Исследовательский и образовательный центр «Нелинейная динамика», ЯрГУ имени П. Г. Демидова, и Плаваловой Евы;

- Ронкиной А.Ю. – руководителя Юношеского клуба космонавтики имени Г. С. Титова ГБНОУ «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»: «Значение подростковых клубов в космическом воспитании молодежи»;
- Кравец З. И. – заместителя директора по УВР МОУ Константиновская средняя школа Тутаевского МР Ярославской области;
- Крапошина П. В. – старшего научного сотрудника ГИЛМЗ А. С. Пушкина; обозревателя газеты «Воздушный транспорт ГА», референта ВИНТИ РАН: «Директор Сухумского НИИ ЭПит академик Б. А. Лапин (10.08.1921-30.04.2020) и его деятельность, связанная с космическими программами СССР и России»;
- Васильевой Г. А. – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина», Звёздный городок;
- Перова Н.И. – кандидата физико-математических наук, доцента ФГБОУ ВО «ЯГПУ имени К. Д. Ушинского», ведущего методиста ГАУК ЯО «КПЦ имени В. В. Терешковой».

Стендовые доклады были размещены на сайте Центра, среди них участники конференции обратили внимание на сообщения молодых исследователей Вселенной.

Работали 3 секции: «Исследования по астрономии и космонавтике», «Астрономическое образование и просвещение» и «Космическое образование и просвещение».

В итоге была достигнута цель конференции: показана роль космонавтики и астрономии в развитии культуры, науки, образования и просвещения.

Были выполнены поставленные задачи:

- привлечена к инновационной деятельности в космических и астрономических исследованиях молодежь региона, преподаватели вузов, аспиранты, студенты, школьники;
- представлены достижения Ярославского региона в области астрономии, космонавтики и культуры;
- в ходе работы докладчики обратили внимание на необходимость совершенствования работы по патриотическому

воспитанию учащейся молодежи через приобщение к современным техническим средствам и методам;

- конференция способствовала повышению уровня образования, культуры и просвещения молодого поколения;
- представлены 22 статьи (доклада) для опубликования материалов конференции в сборнике ее Материалов.

Несомненно, участники I Международной научно-практической конференции «Чтения имени В. В. Терешковой», посвященной 57-летию полета первой женщины космонавта В. В. Терешковой, получили мощный инструментарий для воспитания интеллектуальных кадров со стойкой жизненной позицией, способных обеспечить прогресс нашей страны.

В настоящем сборнике представлены статьи участников I Международной научно-практической конференции «Чтения имени В. В. Терешковой».

И. Н. Трофилева,

*директор Государственного автономного
учреждения культуры Ярославской области
«Культурно-просветительский центр
имени В. В. Терешковой»*

Обращение В. В. Терешковой

Уважаемые участники и гости I Международной научно-практической конференции!



Дорогие друзья, приветствую вас на I Международной научно-практической конференции «Чтения имени В. В. Терешковой», посвященной космическим исследованиям!

Конференция предоставляет возможность обмениваться мнениями по космической проблематике и обсуждать исследования по теме ближнего и дальнего космоса.

Отрадно видеть, что Ярославский планетарий стал местом притяжения состоявшихся ученых и талантливой молодежи, увлеченных изучением космического пространства.

В мероприятии принимают участие российские и зарубежные ученые, доклады представят молодые исследователи. Смею надеяться, что в дальнейшем судьба молодых людей будет связана с космонавтикой, а результаты конференции послужат привлечению внимания к космическим проблемам и дальнейшему изучению Вселенной.

Хочу пожелать всем здоровья, благополучия, творческих успехов и новых достижений на благо развития Науки!

*Ваша
Валентина Терешкова*

Приветствие директора департамента культуры
Ярославской области
М. В. Васильевой

Дорогие друзья!



16 июня 1963 года Валентина Владимировна Терешкова, совершив легендарный полет, открыла новую страницу отечественной и мировой космонавтики. Ярославцы по праву гордятся своей землячкой, вместе с жителями всех стран и континентов восхищаются ее подвигом.

За прошедшие 57 лет человечество существенно продвинулось в освоении межпланетного пространства. Сама жизнь доказала важность космических изысканий для современного общества и обеспечения научно-технического прогресса. Достижения российской космонавтики и тесное международное сотрудничество являются прочным фундаментом для дальнейших успехов в данной сфере.

Прошедшая конференция выступает ярким свидетельством неослабевающего интереса к тайнам Вселенной. Уверена, исследования участников мероприятия помогут открыть новые перспективы и направления развития отрасли!

Директор департамента культуры Ярославской области
М. В. Васильева

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ



Путь исследователя

 **Петелин Д. А.**

 космонавт-испытатель отряда РГНИИ ЦПК («Роскосмос»)

Уже в следующем году мы будем отмечать 60-ю годовщину полета Юрия Гагарина в космос – это был первый шаг представителя нашей страны в неизведанное пространство, в совершенно новый и незнакомый нам мир!

Рано или поздно этот полет должен был состояться: на Земле практически не осталось белых пятен, эпоха великих географических открытий давно миновала, и ИССЛЕДОВАНИЕ, как способ познания окружающего нас мира, заставило человечество покинуть свою родную земную колыбель и устремиться ввысь, к новым поискам во Вселенной. И слова К. Э. Циолковского о том, что нельзя вечно оставаться в колыбели, здесь как нельзя кстати!

На заре мореплавания, когда отважные мореходы осваивали бескрайние просторы мирового океана, человека вела вперед мечта. Вот и сейчас, в эпоху космических исследований, мечта становится тем мотивирующим фактором, что привлекает новых исследователей в космическую отрасль.

Человек, совершивший или готовящийся совершить полет в космос, к звездам, именуется Космонавт или Астронавт. И общее у этих двух определений не только значение, но и второй корень: -навт (*от греч. «мореплаватель»*). Так по каким же «волнам» совершает свое путешествие, и что за путь проходит космонавт по дороге к своей заветной цели – космическому полету?

КОСМОНАВТ. Для большинства, все же, этот термин определяет человека, уже побывавшего за пределами границы Земля-Космос.

Более правильным же здесь будет сказать, что Космонавт – это человек, подготовленный должным образом к полетам на космической технике по заранее утвержденным методикам, а также обладающий определенным набором знаний для выполнения научных экспериментов в условиях космического полета.

Конечно, космонавт-ученый мог бы быть идеальным кандидатом на роль исследователя нового «звездного ареала» человека. И, возможно, на определенном этапе развития космонавтики так и будет. Но современные реалии говорят о том, что человек науки не может себе позволить такой роскоши, например, как проходить подготовку на протяжении многих лет, чтобы в конечном итоге поставить свой единственный космический эксперимент на борту орбитальной станции. Гораздо продуктивнее видится вариант проведения подобных научных исследований руками того самого подготовленного космонавта.

Собственно, так, в большинстве случаев, и проводятся современные научные исследования на борту обитаемых орбитальных станций. Что, в свою очередь, накладывает повышенные требования к программе подготовки современных космонавтов.

Остановимся поподробнее на этом вопросе – вопросе подготовки первопроходца-исследователя в пилотируемой космонавтике!

ИССЛЕДОВАТЕЛЬ. Программа отбора и подготовки космонавтов формировалась и оттачивалась годами: от военных летчиков первого отряда к открытым наборам последних лет.

И хотя требования по медицине стали значительно мягче, львиная доля претендентов по-прежнему отсеивается в процессе отбора именно по медицинским показателям! Жесткие медицинские критерии прошлых лет сменились современными средствами тонкой диагностики. Ведь очень важно на данном этапе понять, сможет ли будущий космонавт, пройдя все этапы многолетней изнурительной подготовки, сохранить свое здоровье для космического полета, да к тому же и не одного!

КОСМОНАВТ КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ И ПСИХОЛОГИИ

Если вернуться ко временам первых полетов в космос, то 60 лет назад ученые еще не могли однозначно сказать, как же повлияют условия космического полета на организм человека, привыкшего за сотни тысяч лет своей эволюции жить в условиях земной гравитации. Смогут ли легкие, сердце, другие органы правильно функционировать в условиях отсутствия веса, и, наконец, как психика человека будет реагировать на условия космического полета?

И каждый новый старт открывал ученым все новые возможности для исследования резервов человеческого организма в совершенно незнакомых ранее условиях. Таким образом происходило становление КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ.

Начиная с самых первых наборов, неотъемлемой составляющей подготовки космонавта являются фундаментальные аспекты космических полетов: это знания, необходимые для общего понимания принципов орбитального полета, основ космической техники, а также условий космического полета и влияния таких условий на организм человека. Подобные знания приобретаются еще кандидатами в космонавты на этапе общекосмической подготовки – базовом курсе для каждого космического новобранца.

Параллельно, на этом же этапе, для большинства происходит и первое знакомство с программой научно-прикладных исследований в космосе (долгосрочная Программа научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на Российском сегменте МКС).

В рамках базового курса кандидат в космонавты должен получить базовые знания (или же освежить имеющиеся) по каждому из направлений научных исследований, а также освоить необходимый лексикон для грамотного и, что немаловажно, внятного диалога с постановщиками экспериментов – нашими учеными. Здесь отнюдь не ставится задача сделать, скажем, из летчика, инженера или врача ученого с научной степенью! Тем не менее стоит отметить и тот факт, что некоторые космонавты выбирают научный путь исследователя после завершения своей космической карьеры, становясь кандидатами и докторами наук.

Ну а пока каждому космонавту в процессе своей долгой дороги к космическому полету еще не раз предстоит сдать экзамен по научным дисциплинам, еще не раз предстоит посетить НИИ, исследовательские центры, университеты! На этом этапе происходит знакомство будущего исполнителя космических экспериментов с научным сообществом – с постановщиками этих экспериментов.

Как раз здесь и проявляется в полной мере вторая грань космонавта – как субъекта научных исследований, чьими руками будет реализовываться научная программа полетов на орбитальной космической станции.

И как-то само собой здесь напрашивается органичное сочетание слов: КОСМОНАВТ-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ.

Хотя в Положении о Космонавтах по-прежнему присутствует упоминание квалификации космонавт-исследователь (чьи функции лежат в области проведения научно-прикладных исследований и экспериментов), все же, по завершению базового курса, после сдачи государственных экзаменов, кандидатам в космонавты традиционно присваивается квалификация космонавт-испытатель. Ведь испытание и эксплуатация космической техники на текущем этапе развития пилотируемых программ забирает на себя немалую часть ресурсов как самой техники, так и ресурсов космонавтов.

А это означает, что неважно, из какой отрасли ты попал в Отряд Космонавтов, будь то авиация или же Академия наук, тебя, в первую очередь, будут готовить по техническим дисциплинам – как будущего оператора непростой космической техники, как испытателя этой самой техники.

Однако летать в космос только лишь ради полетов, ради эксплуатации и обслуживания было бы неразумно.

НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Конечно, можно сказать, что и сама орбитальная станция как платформа для проведения научных исследований, и космонавт как исследователь – сами могут выступать в роли объектов для исследований.

Однако Международная Космическая Станция, как и ее предшественницы, в первую очередь задумывалась как форпост для

проведения уникальных научных экспериментов на околоземной орбите.

Только представьте себе: научная лаборатория на высоте 400 километров над земной поверхностью, летящая со скоростью 28 000 км/ч в условиях невесомости: за одним иллюминатором проплывают материки и день сменяется ночью каждые 1,5 часа, а за другим – нерассеянный свет далеких галактик на фоне графитово-черного неба и потоки космических лучей из недр Солнца. О таком рабочем месте мог бы помечтать любой исследователь на Земле!

А чтобы эта лаборатория работала с максимальной отдачей, эксперименты, проводимые на ее базе, были сгруппированы по направлениям научно-технических исследований.

1. Физико-химические процессы и материалы в условиях космоса.

Микрогравитация помогает нам создавать чистейшие трехмерные нано-структуры, причем как органических, так и неорганических соединений. Отсутствие веса также помогает обуздать четвертое состояние вещества: плазму.

2. Исследование Земли и космоса.

Уникальная высота орбиты МКС, можно сказать, проходит на разделе границ земной атмосферы и космоса. Изучение процессов, протекающих в верхних слоях атмосферы, в ионосфере (где, собственно, и летает МКС), позволяет нам лучше понять степень воздействия как внешних факторов, так и внутренних сил на нашу планету, в том числе, к сожалению, и антропогенное негативное воздействие.

3. Человек в космосе.

Условия реального орбитального полета в комплексе – от невесомости и повышенного уровня радиации до психологических аспектов пребывания в замкнутом пространстве – позволяют моделировать длительные пилотируемые полеты к другим планетам Солнечной системы, конечно, с учетом сохранения здоровья экипажа.

4. Космическая биология и биотехнология.

Те же условия космического полета (микрогравитация и ос-

лабленное электромагнитное поле) оказывают значительное воздействие на биологические объекты – неизменные спутники человека в его продвижении за новые пределы. Причем одни из них – полезны, а с другими приходится бороться.

5. Технологии освоения космического пространства.

Доступность орбиты МКС и современные средства выведения позволяют сегодня доставлять грузы на борт станции за считанные часы, что немаловажно для проведения биотехнологических и медицинских экспериментов (так называемые «срочные грузы»). С другой стороны, опыт длительной эксплуатации конструкции станции вместе с ее системами позволяет опираться на решения, которые были заложены инженерами при проектировании, для создания будущих космических комплексов.

6. Образование и популяризация космических исследований.

Но если исследования, проводимые на базе уникальной космической лаборатории – на борту МКС, – останутся только лишь на страницах научных журналов, то новые исследователи могут вовсе не узнать об этом интереснейшем направлении развития человеческой цивилизации. И поэтому наша задача – пробудить интерес к пилотируемым полетам среди молодого поколения, среди тех, кто продолжит исследования космического пространства, возможно, уже за пределами орбиты Земли.

Как отдельное направление космических исследований можно особо выделить совместные эксперименты в рамках международного сотрудничества космических агентств разных стран.

Сегодня это направление является приоритетным, ведь даже в самые сложные периоды политических разногласий сотрудничество в космосе всегда выступало объединяющим фактором международных отношений.

И главная задача здесь – связать два или, возможно, несколько подходов к проведению научных исследований в единый механизм, несмотря на все различия в наших системах измерений.

Всё бóльший интерес в космических исследованиях проявляют коммерческие организации, да и просто энтузиасты космоса, пред-

лагая интересные и нестандартные подходы к проведению научных исследований. И возможность для этого сейчас, действительно, имеется. Космические агентства всего мира с удовольствием идут навстречу новым нетривиальным идеям для исследований на борту космических лабораторий.

Например, поставить свой собственный эксперимент на борту МКС сегодня вполне по силам любой научной организации или университету. Таким образом, исследования в космосе перестают быть чем-то недостижимым и становятся доступными широкому кругу научной общественности, не теряя при этом своей уникальности.

И уникальными их делают не вакуум и космическая радиация, а то, что результаты этих исследований делают жизнь миллионов людей на нашей планете более комфортной и безопасной – от новых материалов и современных подходов в проектировании и производстве до передовых методик диагностики и лечения заболеваний. Ну, а самым важным результатом нашей деятельности является тот посыл, то вдохновение для новых мечтателей, что поднимет развитие нашей цивилизации на новую ступень развития.

Что же нам ожидать в будущем?

Развитие современной пилотируемой космонавтики и естественный ход событий подсказывают, что в скором времени мы перейдем от исследований в этой области к утилитарному использованию, а в дальнейшем – к коммерциализации космических полетов человека в космос. И это нормальный процесс. Это лишь вопрос времени! Первые шаги уже сделаны в этом направлении: космические туристы уже побывали на околоземной орбите, готовится к облету Луны первый коммерческий аппарат.

Ну, а дальше человек будет готовиться к своему следующему дерзновенному рывку – всё дальше от своей колыбели, от планеты Земля. И история вновь повторится. Вновь будут первые! И вновь пойдут вслед за ними исследователи! В этом я глубоко убежден!

Нам – туда, где Земля в зените!

 **Багров А. В.**

 **Институт Астрономии РАН**

Федеральная Космическая Программа Российской Федерации предусматривает проведение серии экспедиций к Луне с целью подготовки к созданию долговременной пилотируемой станции вблизи южного полюса Луны. Главным основанием для такого выбора места являются надежды на обнаружение залежей водяного льда на дне близполюсных кратеров и возможность эффективного использования солнечных электростанций на вершинах гор возле лунных полюсов, над которыми редко заходит солнце.

Вода для всех космических станций будет одним из самых востребованных ресурсов. Однако надежды найти водяной лед в лунных кратерах остаются сомнительными. Если лед на Луне есть, то в незначительных количествах. Намного выгоднее будет добывать воду из ядер комет, в которых она составляет 60...80%. Техника перехвата таких ядер вблизи Земли может быть испытана и активно применена уже через несколько лет. За водой на Луну летать не стоит.

Крайне важно обеспечить лунную станцию теплом и электроэнергией. Солнечной энергии на Луне можно пользоваться везде; единственное преимущество околополюсных станций заключается в продолжительности работы солнечных батарей на немногочисленных вершинах высоких гор вблизи полюса. Двухнедельное отсутствие солнечного света в месяц в любом другом месте Луны можно компенсировать использованием ядерных (изотопных) батарей, давно разработанных для космического применения. Таким образом, самым перспективным будет строительство долговременной станции в центре диска Луны, куда будут протянуты линии космических лифтов Земля-Луна.

Метеорные исследования в Рязани в XXI веке

 **Муртазов А. К.**

 **Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина**

 **a.murtazov@365.rsu.edu.ru**

К систематическим исследованиям в области метеорной астрономии астрономическая обсерватория РГУ имени С. А. Есенина приступила в 2002 г. (в настоящее время в России регулярные метеорные наблюдения ведутся в Рязани и на Звенигородской обсерватории специалистами института астрономии РАН).

Нами разработана широкоугольная оптическая система для мониторинга загрязнения ОКП космическим мусором естественного и техногенного происхождения на основе камеры Wat-902H с 1/2" матрицей SONY ICX-249AL EX-View и программного комплекса UFO SonotaCo.

Цель: мониторинг потоков естественных тел в околоземном пространстве для оценки его экологического состояния и метеороидной опасности для космической техники.

Задачи: а) мониторинг опасных метеороидов в метеорных потоках оптическими средствами;
б) сбор, обработка, обобщение и хранение в базах данных информации об экологической обстановке в ОКП;
в) моделирование и на основе этого прогноз экологической обстановки и метеороидного риска в ОКП.

В 2006-2019 гг. нами проводился широкоугольный ПЗС-мониторинг ярких метеоров основных метеорных потоков: Квадрантиды, эта-Аквариды, Персеиды, Геминиды.

На рис. 1 приведены результаты такого мониторинга в 2006–2013 гг. Распределение ярких метеоров оказалось статистически близко к распределению всех метеоров потока Персеиды.

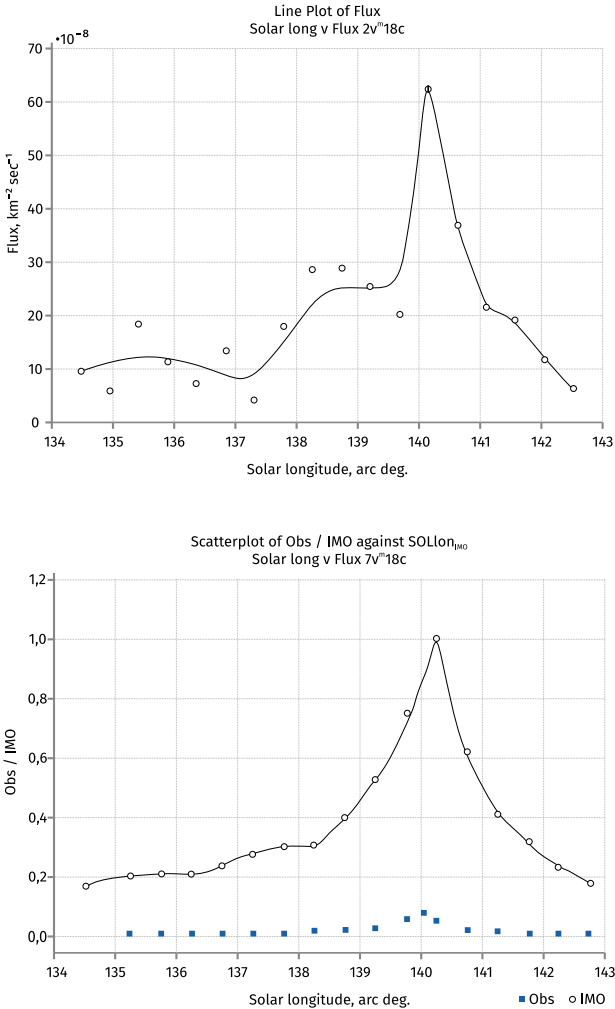


Рис. 1. Результаты мониторинга ярких Персеид в 2006–2013 гг. (сверху) в сравнении с данными по всем визуальным метеорам (снизу)

В период максимума Персеид поток опасных частиц достигал значения $F = (3,8 \pm 1,1) \times 10^{-7} \text{ км}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Максимальное значение средней плотности потока ярких Персеид относительно всех визуальных метеоров по данным Международной метеорной организации (ИМО) составило 0,076. Общее содержание метеоров ярче 0^m в Персеидах $0,051 \pm 0,008$.

На основании широкоугольных ПЗС-наблюдений и данных (ИМО) по визуальным наблюдениям произведен расчет среднего риска опасных метеороидов в этих потоках в периоды пика их активности в 2006–2019 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Средний за 12 лет риск в периоды пиковой активности основных метеорных потоков

Метеорный поток	Ежегодный период (пик) максимальной активности, долгота Солнца, $\lambda_{\odot}$ (2 000,0), град.	Среднее за 12 лет число соударений (риск) в период пиковой активности потока, км ²
Квадрантиды	282,45 – 283,75	$0,3 \pm 0,1$
Эта-Аквариды	29,47 – 54,073	$2,2 \pm 1,2$
Персеиды	139,50 – 140,65	$0,4 \pm 0,2$
Геминиды	261,00 – 263,10	$0,9 \pm 0,3$

Этот расчет показывает, что величина индивидуального метеороидного риска близка к значению предельного допустимого риска $R_{Lim.} = 10^{-6}$ и должна учитываться при проектировании космических миссий.

Разработана модель метеороидного риска в околоземном пространстве. На рис. 2 представлена спутникоцентрическая система координат для расчета метеороидного риска космической технике на околоземных орбитах. В ней диск Земли движется по экватору орбиты КА, а радиант метеорного потока описывает малый круг, плоскость которого параллельна плоскости экватора системы. Здесь $R, E, \odot, \Upsilon$ – направления на радиант метеорного потока, Землю, Солнце и точку весеннего равноденствия; b – эклиптическая широта; ϕ – спутникоцентрическая широта; P_{KO} и $\delta\zeta$ – полюс и восходящий узел орбиты КА. То есть в данной системе координаты Земли характеризуются положением КА на орбите.

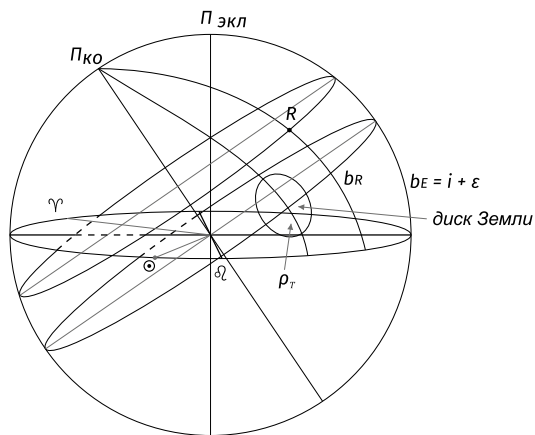


Рис. 2. Спутникоцентрическая система координат для расчета метеороидного риска околоземных объектов

Расчеты метеороидного риска в подобной системе координат дает возможность значительно упростить расчеты и сделать более наглядными их результаты.

Литература

1. Murtazov, A. K. Ecology and Circumterrestrial Space // Astronomical&Astrophysical Transactions. – 2003. V. 22. N4-5. – PP. 651–656.
2. Murtazov, A. K., Efimov, A. V., Kolosov, D. V. Bright Perseids in 2007 // WGN. The Journal of International Meteor Organization. – 2008, V. 36. N 4. – PP. 77–78.
3. Муртазов, А. К. Мониторинг естественного загрязнения околоземного пространства опасными метеорными телами // Экологические системы и приборы. – 2008. № 6. С. – 8–10.
4. Муртазов, А. К. Организация системы оптического мониторинга загрязнения околоземного пространства // Экологические системы и приборы. – 2009. № 1. – С. – 28–32.
5. Муртазов, А. К., Ефимов, А. В., Жабин, В. С. Опасные метеороиды в потоке Персеиды // Околоземная астрономия-2009. Сб. трудов. – М.: Геос, 2010. – С. 251–257.
6. Муртазов, А. К. Загрязнение околоземного пространства метеорными телами потока Персеиды в 2007-2009 гг. // Экологические системы и приборы. – 2010. № 11.

7. Муртазов, А. К. Мониторинг загрязнений околоземного пространства оптическими средствами. Монография. – Рязань: РГУ имени С. А. Есенина, 2010. – 252 с.
8. Murtazov, A. K. Wide-Angle TV-Observations of Bright Perseids in 2007–2009 and Risk in Space: Proceedings of the International Meteor Conference (IMC-2010) and Radio Meteor School / Ed. by D. J. Asher, A. A. Christou, P. Atreya and G. Barentsen. – Armagh: Northern Ireland, UK. 2011. – PP. 72–75.
9. Муртазов, А. К. Естественное загрязнение околоземного пространства как экологический фактор // Экологические системы и приборы. – 2011. № 8. – С. 8–13.
10. Муртазов, А. К. Организация комплексных телевизионных метеорных наблюдений на астрономической обсерватории Рязанского госуниверситета // Вестник СибГАУ. – 2011. № 6(39). – С. 109–112.
11. Murtazov, A. K., Efimov, A. V., Titov, P. V. Double-Station Meteor Observations in Ryazan, Russia: Proceedings of the International Meteor Conference. La Palma, Canary Islands, Spain, 20–23 September 2012. – International Meteor Organization, Mattheessensstraat 60, 2540 Hove, Belgium. – 2013. – PP. 192–196.
12. Murtazov, A. Bright Perseids 2007-2013 and Artificial Earth Satellites Collision Risk Assessment // WGN. The Journal of the International Meteor Organization. – 2014. V. 42:2. – PP. 65–67.
13. Муртазов, А. К., Ефимов А. В., Титов П. В. Статистика широкоугольных ПЗС-наблюдений ярких Персеид в 2007-2013 гг.: Сб. трудов международной конференции «V Бредихинские чтения» / Под ред.: М. Е. Сачкова, А. П. Карташовой, В. В. Емельяненко. – М.: 2014, Изд. Янус-К. – 290 с.
14. Муртазов, А. К. Оценка риска соударений в околоземном пространстве с опасными Персеидами в 2007–2013 гг.: Сб. трудов международной конференции «V Бредихинские чтения» / Под ред.: М. Е. Сачкова, А. П. Карташовой, В. В. Емельяненко. – М.: 2014, Изд. Янус-К. – 290 с.
15. Mironov, V. V., Murtazov, A. K. Model of meteoroid risk in near-Earth space // Cosmic Research. – 2015.Vol. 53, n. 6. – PP. 430–436.
16. Murtazov, A. K., Efimov, A. V. Measurements of CCD optical linearity for magnitude determination during meteor observations. In: Proceedings of International Meteor Conference. Egmond, the Netherlands, June 2–5, 2016 / Ed. by Adriana and Paul Roggemans. – PP. 202–204.
17. Миронов, В. В., Муртазов, А. К., Усовик, И. В. Системные методы мониторинга околоземного космического пространства. Монография / Издание 2. Под науч. ред. проф. Миронова В. В. – Рязань: Изд. Коняхин А. В. (Book Jet), 2018. – 312 с.
18. Murtazov, A. K. Assessing the meteoroid risk in near earth space. Open Astronomy. 2018. Vol. 27, issue 1, pp. 144–149.

Локализация галактических метеоров

 **Пахомычева В. Э.**

 Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского

 pahomycheva.vika@mail.ru

Как известно, частицы, прибывающие в Солнечную систему из межзвездной среды обнаружены, но их природа в настоящее время еще не выяснена [2], [3]. Обнаружение потоков таких частиц и разработка критериев идентификации галактических метеоров является важной задачей современной астрономии, например, при решении проблемы астероидно-кометно-метеороидной опасности [2], [3].

Обычно полагают, что скорости межзвездных метеороидных частиц вблизи земной орбиты заключены в интервале от нескольких десятков до нескольких сотен километров в секунду [2], [3]. Ниже показано, что гелиоцентрические скорости подобных метеорных частиц вблизи орбиты Земли могут быть, также, равны нулю, если учесть световое давление, эффект Пойнтинга–Робертсона и ньютоновское тяготение Солнца.

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Представим уравнение движения частицы в виде (1) [1]

$$d^2\mathbf{r} / dt^2 = -GM'\mathbf{r} / r^3 - 2b'v\cos(u)\mathbf{e}_r / r^2 - b'v\sin(u)\mathbf{e}_t / r^2. \quad (1)$$

Здесь, v – скорость рассматриваемой частицы, u – угол между вектором скорости $\mathbf{v}$ и гелиоцентрическим радиусом-вектором положения частицы $\mathbf{r}$, $\mathbf{e}_r$ и $\mathbf{e}_t$ – единичные векторы радиальной и тангенциальной компонент вектора ускорения частицы,

$$b' = \pi R^2 q r_{SE}^2 / (Mc^2),$$

$$M' = M_S - \pi R^2 q r_{SE}^2 / (GMc),$$

где G – гравитационная постоянная;

c – скорость света;

R – радиус частицы;

q – солнечная постоянная;

M' – редуцированная масса Солнца;

M_S – масса Солнца;

M – масса частицы;

r_{SE} – среднее расстояние от Земли до Солнца (большая полуось орбиты Земли).

Введя плотность сферической абсолютно черной частицы ρ , найдем

$$M = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho,$$

$$b' = (3/4) q r_{SE}^2 / (\rho R c^2),$$

$$M' = M_S - (3/4) q r_{SE}^2 / (\rho R G c).$$

Если частица движется вдоль прямой линии в гравитационном поле Солнца (с учетом светового давления и эффекта Пойнтинга–Робертсона), тогда решение уравнения (1) (при $u = \pi$) принимает вид (2) $v = v(r)$

$$v = \frac{1}{2} \times \frac{GM'}{b'} \times (\text{LambertW}(-(-2b'v_0 + GM') / GM' \times \exp(-\frac{2b'r_0v_0 + GM'r_0 - 4b'^2r_0 + 4b'^2r}{GM'r_0}))+1). \quad (2)$$

Известно, $\text{LambertW}(x) \times e^{\text{LambertW}(x)} = x$.

Интервал времени движения частицы t от начального положения (r_0) до конечного (r) найдем с помощью интеграла (3), вытекающего из соотношения (2).

$$t = \int_{r_0}^r (2b') / \left((\text{LambertW}(-\frac{1}{GM'}((-2b'v_0 + GM') \times \exp(-\frac{2b'r_0v_0 + GM'r_0 - 4b'^2r_0 + 4b'^2r}{GM'r_0}))+1) GM') \right) dr. \quad (3)$$

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ МЕЖЗВЕЗДНЫХ МЕТЕОРОИДОВ

Построим график функции скорости метеороида (2) вблизи орбиты Земли $v(v_0, \rho \times R)$ (рис. 1), с использованием следующих данных: $q = 1\,360 \text{ Вт/м}^2$, $r_{SE} = 1,49597 \times 10^{11} \text{ м}$, $M_S = 2 \times 10^{30} \text{ кг}$, $r_0 = 100\,000 \text{ а. е.}$, $G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \times \text{с}^2)$, $c = 3 \times 10^8 \text{ м/с}$; $v_0 = 100\,000 \text{ м/с}$.

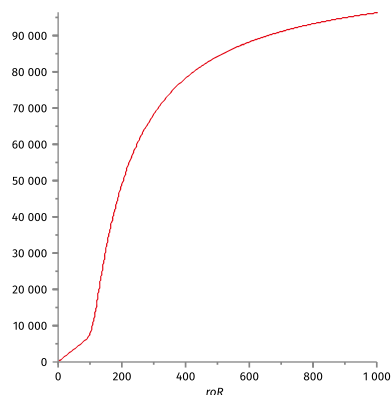


Рис. 1. График функции скорости v метеороида вблизи орбиты Земли в зависимости от произведения $\rho \times R$ для $v_0 = 100\,000 \text{ м/с}$, $r_0 = 100\,000 \text{ а. е.}$

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖЗВЕЗДНЫХ МЕТЕОРОИДОВ ПО ИНТЕРВАЛУ ВРЕМЕНИ СБЛИЖЕНИЯ С ЗЕМЛЕЙ

Построим график функции распределения метеороидов по их интервалу времени сближения с Землей (3) вблизи орбиты Земли $t(v_0, \rho \times R)$ (рис. 2), с использованием следующих данных: $q = 1\,360 \text{ Вт/м}^2$, $r = r_{SE} = 1,49597 \times 10^{11} \text{ м}$, $M_S = 2 \times 10^{30} \text{ кг}$, $r_0 = 100\,000 \text{ а. е.}$, $G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \times \text{с}^2)$, $c = 3 \times 10^8 \text{ м/с}$; $v_0 = 100\,000 \text{ м/с}$.

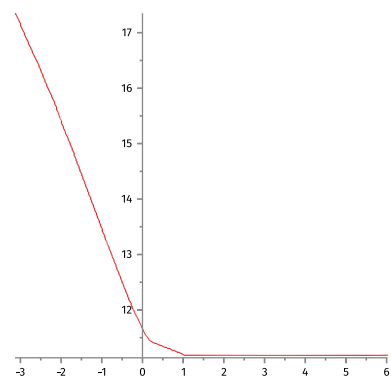


Рис. 2. Интервал времени движения t (3) межзвездных метеоров до сближения с орбитой Земли (в секундах). $v_0 = 100\,000 \text{ м/с}$, $r_0 = 100\,000 \text{ а. е.}$, $r_{SE} = 1 \text{ а. е.}$ в зависимости от $\rho R (\text{кг/м}^2)$ – в логарифмическом масштабе

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖЗВЕЗДНЫХ МЕТЕОРОИДОВ ПО ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКИМ РАССТОЯНИЯМ

Построим график функции распределения метеороидов по гелиоцентрическим расстояниям (с учетом (3)) вблизи орбиты Земли $r(v_0, \rho \times R)$ (рис. 3), с использованием следующих данных: $q = 1\,360 \text{ Вт/м}^2$, $r_{SE} = 1,49597 \times 10^{11} \text{ м}$, $M_S = 2 \times 10^{30} \text{ кг}$, $r_0 = 100\,000 \text{ а. е.}$, $G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \times \text{с}^2)$, $c = 3 \times 10^8 \text{ м/с}$; $v_0 = 100\,000 \text{ м/с}$.

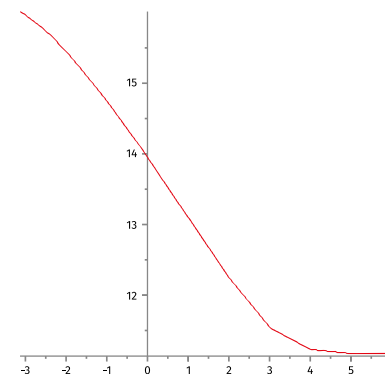


Рис. 3. Гелиоцентрические расстояния частиц (в метрах) для интервала времени $1,4959411979004 \times 10^{11}$ (в секундах) для различных значений $\rho R (\text{кг/м}^2)$. При выбранном интервале времени частица с параметром $\rho R = 2 \times 10^6 \text{ кг/м}^2$ подходит к орбите Земли. Используется логарифмическая шкала. $v_0 = 100\,000 \text{ м/с}$, $r_0 = 100\,000 \text{ а. е.}$

В приведенной модели скорости межзвездных метеороидов вблизи орбиты Земли заключены в интервале $0 < v < 108 \text{ км/с}$ при одной и той же их начальной скорости $v_0 = 100 \text{ км/с}$, и начальном гелиоцентрическом расстоянии $r_0 = 100\,000 \text{ а. е.}$, а $0,00075 < \rho R < 10^6 \text{ кг/м}^2$.

В данной небесномеханической модели интервалы времен движений метеороидов в сфере действия Солнца (до сближения с орбитой Земли) заключены в интервале $1,49594 \times 10^{11} < t < 2,20578 \times 10^{17} \text{ с}$ (при указанных выше входных параметрах), а первоначальное компактное облако межзвездных метеороидов растягивается на десятки тысяч астрономических единиц.

Библиографический список

1. Радзиевский, В. В. Фотогравитационная небесная механика: научное издание. Нижний Новгород: Изд-во Ю. А. Николаев, 2003. – 196 с.

2. *Perov, N. I., Pakhomysheva, V. E. Velocities of Interstellar Meteors Near the Earth's Orbit. 50th Lunar and Planetary Science Conference, held 18–22 March, 2019 at The Woodlands. Texas. LPI Contribution No. 2132, id.1004. URL: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2019LPI....50.1004P> (дата обращения 18.02.2020).*
3. *Perov, N. I., Pakhomysheva, V. E. On the Problem of Galactic Dust Discovering. 82nd Annual Meeting of The Meteoritical Society, held 7-12 July, 2019 in Sapporo, Japan. LPI Contribution No. 2157, 2019, id.6003. URL: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2019LPICo2157.6003P> (дата обращения 18.02.2020).*

УДК 521.1:523.6

Микрочастицы в системах двойных звезд

 **Перов Н. И.**

 ГАУК ЯО «Культурно-просветительский центр имени В. В. Терешковой», ул. Чайковского, 3, г. Ярославль, Россия

 perov@yarplaneta.ru

Исследование распределения пылевой материи в кратных системах звезд играет важную роль для успешного поиска неоткрытых небесных тел и решения проблем космогонии [1], [2], [3].

Ниже устанавливаются области движения частицы с ничтожно малой (но конечной) массой m_3 в рамках плоской круговой ограниченной фотогравитационной задачи трех тел [3], [2], [1].

Введем обозначения: m_1 и m_2 – массы основных тел; r_{12} – расстояние между этими телами; q_1 – «солнечная» постоянная; R – радиус частицы; ρ – ее плотность; c – скорость света; G – гравитационная постоянная; r_{SE} – среднее расстояние от Солнца до Земли, β_1 и β_2 – параметры, учитывающие действие светового давления на малое тело со стороны основных тел.

Интегрируя соответствующие дифференциальные уравнения методом Рунге-Кутты на различных интервалах времени t , при различном числе шагов N , – используя комплект прикладных программ “MAPLE’15”, – локализуем ограниченные области движения частиц, в данной небесномеханической модели и примем их за области концентрации пылевой материи в рассматриваемой системе.

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ

В соответствии с монографиями [1], [3], представим векторное дифференциальное уравнение движения частицы с ничтожно ма-

лой массой m_3 в равномерно вращающейся с угловой скоростью Ω системе отсчета, в виде (1)

$$d^2\mathbf{r}_3 / dt^2 + Gm_1(1-\beta_1)(\mathbf{r}_3-\mathbf{r}_1) / |\mathbf{r}_3-\mathbf{r}_1|^3 + \\ + Gm_2(1-\beta_2)(\mathbf{r}_3-\mathbf{r}_2) / |\mathbf{r}_3-\mathbf{r}_2|^3 - [\mathbf{dr}_3/dt, \Omega] - \Omega^2\mathbf{r}_3 = 0. \quad (1)$$

Тела с массами m_1 и m_2 взаимодействуют по закону всемирного тяготения, а на тело с массой m_3 , кроме сил гравитации F_1 и F_2 , влияет световое давление со стороны первого и второго тела.

Здесь, $\mathbf{r}_3$ – радиус-вектор, определяющий положение малого тела, относительно центра масс системы, $\mathbf{r}_1$ и $\mathbf{r}_2$ радиус-векторы, определяющие положения основных тел с массами m_1 и m_2 относительно центра масс системы (3), соответственно. Ω – угловая скорость равномерного вращения основных тел (4). β_1 и β_2 зависят от свойств сферических частиц и параметров звезд (2).

$$\beta_{1,2} = \frac{3r_{SE}^2 q_{1,2}}{4GpRcm_{1,2}}. \quad (2)$$

$$\mathbf{r}_1 = -m_2 / (m_1+m_2) \mathbf{r}_{12}, \mathbf{r}_2 = m_1 / (m_1+m_2) \mathbf{r}_{12}, \quad (3)$$

$$\Omega = \sqrt{\frac{G(m_1+m_2)}{r_3^{12}}}. \quad (4)$$

ЧИСЛЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

В численных экспериментах телу с массой m_3 в точке с координатами $x_3 \neq 0, y_3 = 0$ сообщали скорости $V_{0x} = 0$, и $V_{0y} \neq 0$ и полагали $c = 3 \times 10^8$ м/с, $G = 6,672 \times 10^{-11}$ м³/(с² × кг), $m_1 = 2 \times 10^{30}$ кг, $m_2 = 0,001m_1$ (Рассматривали частицу пыли и 2 звезды. Заметим, что для звезд типа Солнца $r_{SE} = 149,6 \times 10^9$ м, $q_{1,2} = 1360$ Вт/м²). Значения β_1 и β_2 варьировались в пределах от 0 до 1, при соответствующем подборе q_1, q_2, m_1, m_2, R и ρ .

В процессе решения уравнения (1) использовалась следующая система единиц: m_1 – единица массы, r_{12} – единица длины, единица времени t соответствовала случаю $G=1$. $x_1 = -0,000999000999$,

$x_2 = 0,999000999000$. N – число точек. τ – рассматриваемый интервал движения m_3 во введенных единицах времени

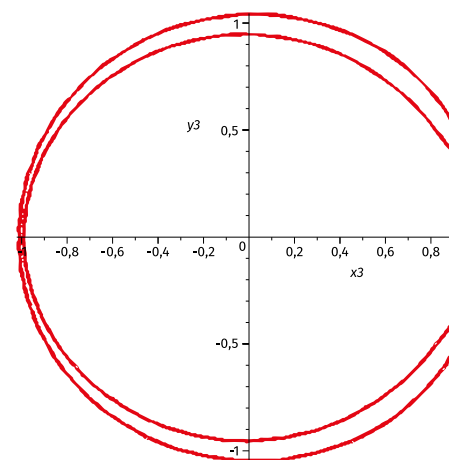


Рис. 1. Замкнутая траектория m_3 , $\beta_1 = \beta_2 = 0$. $x_0 = -x_2 = -0,999000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$, $V_{y0} = 0$. $\tau = 4\,000$ единиц времени. $N = 40\,000$

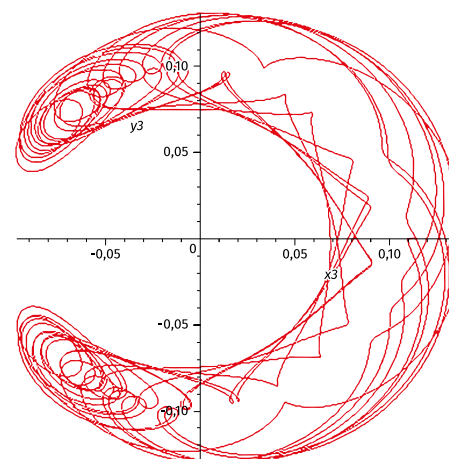


Рис. 2. Движение m_3 в ограниченной области. Разомкнутая подковообразная траектория. $\beta_1 = \beta_2 = 0,999$. $x_0 = 0,109000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$, $V_{y0} = -0,00901$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\,000$

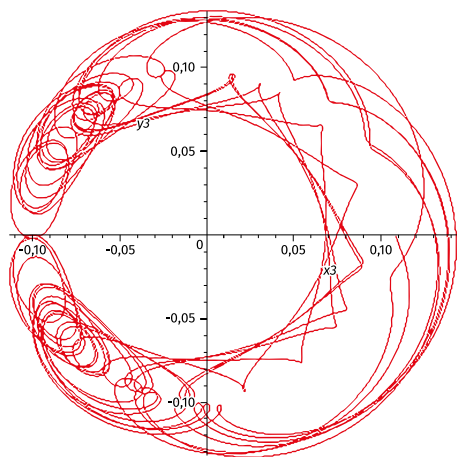


Рис. 3. Движение t_3 в ограниченной области. Замкнутая подковообразная траектория. $\beta_1 = \beta_2 = 0,999$. $x_0 = 0,109000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$, $V_{y0} = -0,0090$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\ 000$

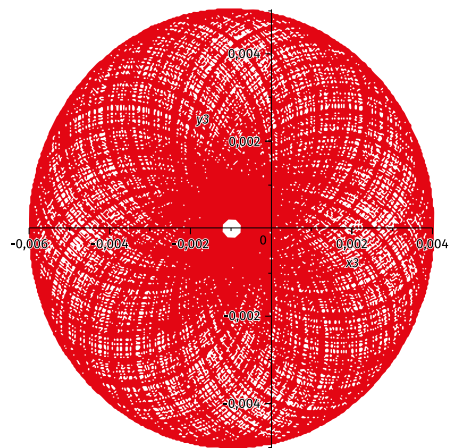


Рис. 4. Движение t_3 в ограниченной области вблизи t_r . $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 0,004000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$, $V_{y0} = -0,01$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\ 000$

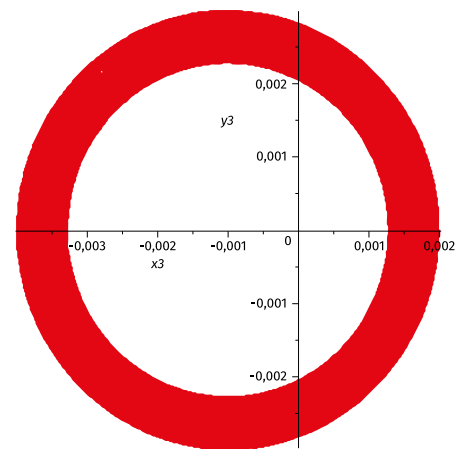


Рис. 5. Движение t_3 в ограниченной области вблизи t_r . $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 0,002000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$, $V_{y0} = -0,02$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\ 000$

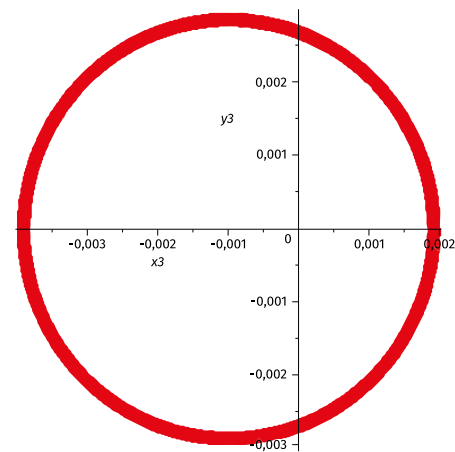


Рис. 6. Движение t_3 в ограниченной области вблизи t_r . $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 0,002000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$, $V_{y0} = -0,021$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\ 000$

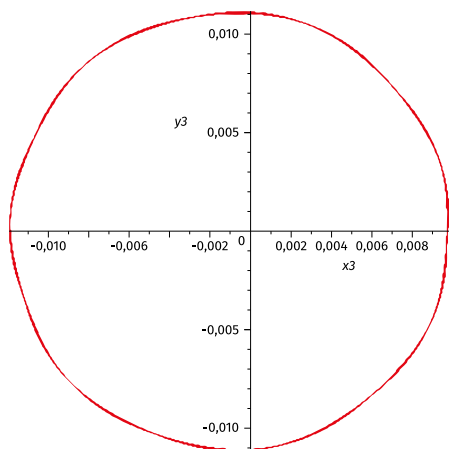


Рис. 7. Движение t_3 в ограниченной области вблизи t_1 .
 $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 0,009699000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$,
 $V_{y0} = -0,001$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\,000$

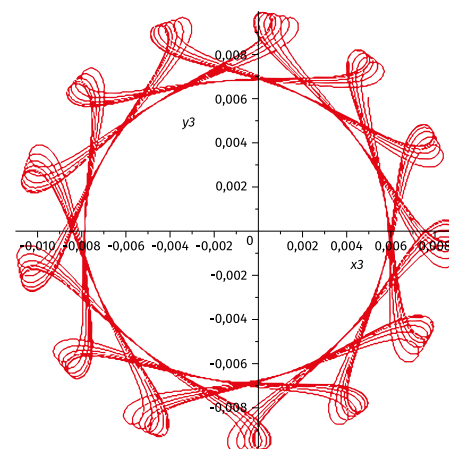


Рис. 9. «Квазихореографическое» движение t_3 в ограниченной области вблизи t_1 .
 $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 0,009000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$,
 $V_{y0} = -0,001$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\,000$

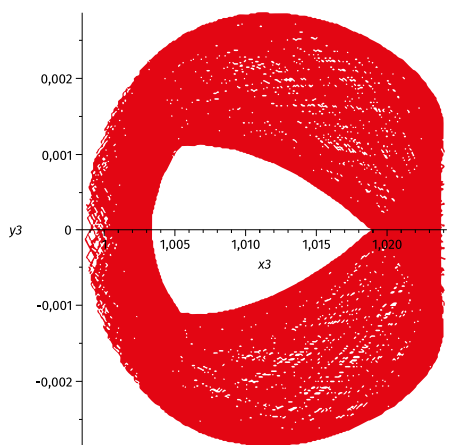


Рис. 8. Временное движение t_3 в ограниченной области вблизи t_2 ($x > x_2$).
 $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 1,023000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$,
 $V_{y0} = 0,001$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 200$ единиц времени. $N = 40\,000$

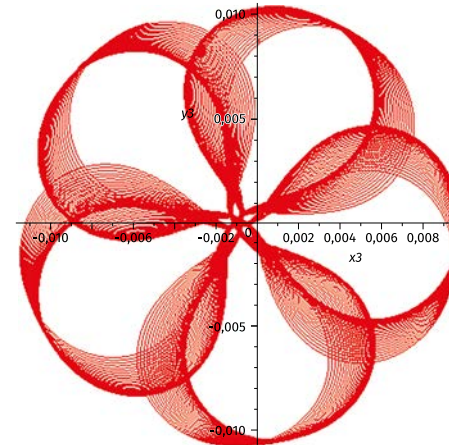


Рис. 10. «Квазихореографическое» движение t_3 в ограниченной области вблизи t_1 .
 $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 0,009699000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$,
 $V_{y0} = -0,009$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\,000$

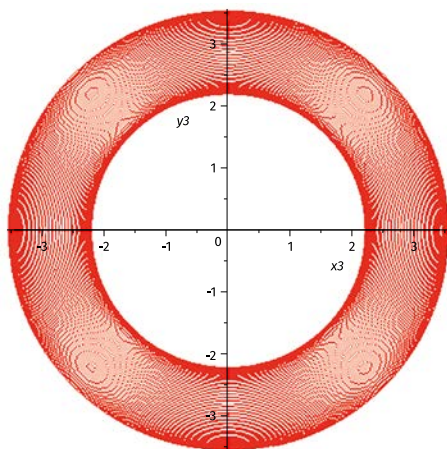


Рис. 11. Ограниченное движение m_3 во внешней области системы звезд m_1 и m_2 .
 $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 2,199000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$,
 $V_{y0} = -2,175$ (единица длины) / (единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\,000$

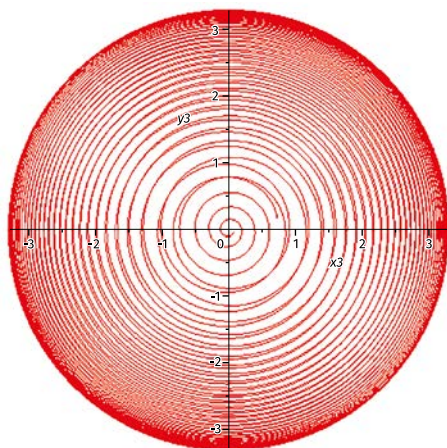


Рис. 12. Ограниченное движение m_3 во внешней области и внутренней области системы звезд m_1 и m_2 («Уход» m_3 из системы и возврат в систему).
 $\beta_1 = 0,999999$. $\beta_2 = 0,0001$. $x_0 = 0,086000999$ единиц длины, $y_0 = 0$, $V_{x0} = 0$,
 $V_{y0} = -0,12112$ (единица длины)/(единица времени). $\tau = 400$ единиц времени. $N = 40\,000$

Для малых и больших значений начальных скоростей V_{0x} и V_{0y} движение тела с массой m_3 может происходить в ограниченных областях пространства (рис. 1 – 12).

Движение m_3 может происходить вблизи m_1 , вблизи m_2 и в области, охватывающей оба тела (рис. 1 – 12). (Вывод сделан без использования понятия кривых нулевых скоростей в ограниченной круговой плоской фотогравитационной задаче трех тел).

При определенных начальных условиях тело m_3 может столкнуться с основными телами, уйти из системы (рис. 8), или вернуться в систему после удаления от нее на значительное расстояние (рис. 12).

Установленные *ограниченные* области движения газопылевой материи предполагается в дальнейшем использовать для поиска малых тел в экзопланетных системах, кольцевых структур в них типа, представленных на рисунках (рис. 1 – 12), а также использовать для интерпретации изменения блеска некоторых переменных звезд.

Библиографический список

1. Радзиевский, В. В. Фотогравитационная небесная механика: научное издание. Нижний Новгород: Изд-во Ю. А. Николаев, 2003. – 196 с.
2. Perov, N. I. A model of dust matter distribution in the system of “a star and a planet” / Abstr. of the 45-th Lunar – Planetary Science Conference (The Woodlands, Texas, USA, March 17 – 21, 2014). Abstract # 1798. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2014LPI....45.1798P/abstract> (дата обращения 18.02.2020).
3. Szebehely V. Theory of Orbits. The Restricted Problem of Three Bodies. Yale University. New Haven Connecticut: Academic Press New York and London, 1967. – 668 p.

Роль планет-гигантов в порождении опасных для земной цивилизации малых небесных тел

 **Перов Н. И.**

 ГАУК ЯО «Центр имени В. В. Терешковой», г. Ярославль, Россия

 perovni2020@yandex.ru

Если первоначальная параболическая комета, с перигелийным расстоянием $r_p = 3$ а.е., подходит к планете-гиганту, а затем с планетоцентрической гиперболической орбиты, после выхода кометы из сферы действия планеты, комета переходит на гелиоцентрическую эллиптическую орбиту и пересекает орбиту Земли, то для соответствующих «замочных скважин» для планет, в рамках плоской круговой ограниченной задачи трех тел, получены следующие значения:

Юпитер: $-8,7271 \text{ рад} < \varphi < -8,72323 \text{ рад}$ [1].

Сатурн: $-2,6241 \text{ рад} < \varphi < -2,62287 \text{ рад}$.

Уран: $-0,187999 \text{ рад} < \varphi < -0,1879975 \text{ рад}$.

Нептун: $+0,37763 \text{ рад} < \varphi < +0,3779115 \text{ рад}$.

Здесь φ – угол между осью Ox (направленной от Солнца в направлении противоположном направлению на перигелий кометы) и начальным положением планеты-гиганта. Начальные значения координат и скоростей кометного ядра: $x_0 = 34,00000000000000000000$ а.е. (единиц длины), $y_0 = 21,0713075057054776968028$ а.е. (единиц длины), $(dx/dv)_0 = -0,21505813167606566929323$ (единица длины/рад), $(dy/v)_0 = -0,0612372435695794524549320$ (единица длины/рад). v – ис-

тинная аномалия Земли. При этих значениях углов φ малое тело пересекает орбиту Земли. Заметим, что в середине указанных интервалов «замочных скважин» (в данной небесномеханической модели движения) астероиды подходят к Солнцу ближе, чем Меркурий (с осями апсид «совпадающими» с осью Oy), а для приведенных значений φ оси апсид эллиптических орбит образуют с осью Oy углы $\sim \pm 30^\circ$.

Библиографический список

1. Perov, N. I. A role of Jupiter in the process of the terrestrial type planets bombarding by the Solar system peripherals small bodies. / Conf. "Accretion: Building New Worlds". August 15–18, 2017. Lunar and Planetary Institute, Houston, Texas. USA. #2006. <http://www.hou.usra.edu/meetings/accretion2017>

Предвычисление тесных сближений с землей опасных астероидов

 **Чувилева М. А.**

 Ярославский государственный педагогический университет
имени К. Д. Ушинского

 chuvilieva99@mail.ru

Как известно, для современной астрономии, решение проблемы астероидно-кометно-метеороидной опасности представляет практический интерес [1]. Астероидно-кометная опасность (АКО) – опасность, обусловленная возможными столкновениями Земли с малыми телами Солнечной системы (астероидами и кометами) с причинением крупного ущерба населению планеты вплоть до уничтожения цивилизации. Во всем мире растет понимание того, что и другие [1] космические опасности следует изучать.

Тела с размерами от 30 м до 100 м падают на Землю с частотой от 250 лет до 3000 лет. В проблеме АКО выделяют задачи обнаружения (выявления) всех опасных небесных тел и определения их свойств; оценка риска; противодействие и уменьшение риска. В настоящее время число выявленных опасных тел размером 50 м не превышает 1% от общей оценки числа таких тел. При решении проблемы оценки риска требуется с высокой степенью надежности определить вероятность столкновения, возможные его последствия и выработать адекватное решение [1].

Ниже, в рамках парной пространственной задачи двух тел («Солнце-частица», «Солнце-Земля»), разрабатывается численно-аналитический метод для поиска эпохи, соответствующей глобальному минимуму расстояния малого тела от Земли.

Введем обозначения: G – гравитационная постоянная, M_s , m_1 , m_2 – массы Солнца, Земли и астероида соответственно; a_1 , a_2 – большие полуоси орбит Земли и астероида; e_1 , e_2 – эксцентриситеты орбит Земли и астероида; i_1 , i_2 – наклоны плоскостей орбит Земли и астероида к плоскости эклиптики (на указанную эпоху); ω_1 , ω_2 – аргументы перигелиев орбит Земли и астероида, Ω_1 , Ω_2 – долготы восходящих узлов Земли и астероида; M_{01} , M_{02} – средние аномалии Земли и астероида на произвольно выбранный начальный момент времени t_0 , соответственно [2], [3].

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Соотношение для поиска эпох t (и минимального расстояния между Землей и малым телом r_{12}) представим в виде (1)

$$r_{12}^2 = (\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2)^2 = r_1^2 - 2\mathbf{r}_1\mathbf{r}_2 + r_2^2 = \min. \quad (1)$$

Здесь, $\mathbf{r}_1$ и $\mathbf{r}_2$ – гелиоцентрические векторы положений Земли и астероида (кометы).

Соответствующее уравнение примет вид

$$\frac{dr_{12}^2}{dt} = 0, \quad (2)$$

или, воспользовавшись методом Ньютона – Рафсона, для моментов времени t сближений рассматриваемых тел получим для $k+1$ итерации

$$t_{k+1} = t_k - \frac{dr_{12}^2}{dt} / \left(\frac{d^2(r_{12}^2)}{dt^2} \right) = 0, \quad (3)$$

где

$$r_1 = a_1(1 - e_1 \times \cos E_1), \quad (4)$$

E_1 и E_2 – эксцентрические аномалии – и интервал времени t движения тел связаны уравнением Кеплера [2]

$$E_1 - e_1 \times \sin E_1 = n_1 \times t + M_{01}. \quad (5)$$

Очевидно

$$\frac{dE_1}{dt} = \frac{n_1}{1 - e_1 \times \cos E_1}. \quad (6)$$

$$\mathbf{r}_1 \times \mathbf{r}_2 = x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2. \quad (7)$$

$$x_1 = r_1 (\cos v_1 \times a_{c1} + \sin v_1 \times a_{s1}), \quad (8)$$

$$y_1 = r_1 (\cos v_1 \times b_{c1} + \sin v_1 \times b_{s1}), \quad (9)$$

$$z_1 = r_1 (\cos v_1 \times c_{c1} + \sin v_1 \times c_{s1}). \quad (10)$$

Для удобства вычислений введены обозначения

$$a_{c1} = \cos \omega_1 \times \cos \Omega_1 - \sin \omega_1 \times \sin \Omega_1 \times \cos i_1, \quad (11)$$

$$a_{s1} = -\sin \omega_1 \times \cos \Omega_1 - \cos \omega_1 \times \sin \Omega_1 \times \cos i_1, \quad (12)$$

$$b_{c1} = \cos \omega_1 \times \sin \Omega_1 + \sin \omega_1 \times \cos \Omega_1 \times \cos i_1, \quad (13)$$

$$b_{s1} = -\sin \omega_1 \times \sin \Omega_1 + \cos \omega_1 \times \cos \Omega_1 \times \cos i_1, \quad (14)$$

$$c_{c1} = \sin \omega_1 \times \sin i_1, \quad (15)$$

$$c_{s1} = \cos \omega_1 \times \sin i_1, \quad (16)$$

$$\frac{dr_1}{dt} = a_1 \times e_1 \times \sin E_1 \times \frac{n_1}{1 - e_1 \times \sin E_1} \quad (17)$$

Учтем связь истинных аномалий v_1 и v_2 и эксцентрических аномалий тел E_1 и E_2 (Земли и малого тела, соответственно)

$$\cos v_1 = \frac{1 - \frac{1+e_1}{1-e_1} \times \operatorname{tg}^2 \frac{E_1}{2}}{1 + \frac{1+e_1}{1-e_1} \times \operatorname{tg}^2 \frac{E_1}{2}}, \quad (18)$$

$$\sin v_1 = \frac{2 \times \sqrt{\frac{1+e_1}{1-e_1} - \frac{1+e}{1-e} \times \operatorname{tg} \frac{E_1}{2}}}{1 + \frac{1+e_1}{1-e_1} \times \operatorname{tg}^2 \frac{E_1}{2}}, \quad (19)$$

Аналогично равенствам (4) – (19) для Земли (тело 1), вычислим соответствующие соотношения для опасного астероида (тело 2), заменив индекс «1» на индекс «2».

От уравнения (2) перейдем к уравнению (20)

$$\frac{d}{dt} \left(r_{12}^2 \right) = 2r_1 \times \frac{dr_1}{dt} - 2 \frac{dr_1}{dt} \times r_2 - 2 \frac{dr_2}{dt} \times r_1 + 2r_2 \frac{dr_2}{dt}. \quad (20)$$

Учтем соотношения (21) и (22)

$$\frac{d}{dt} (\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2) = (\dot{x}_1 x_2 + \dot{y}_1 y_2 + \dot{z}_1 z_2) + (\dot{x}_2 x_1 + \dot{y}_2 y_1 + \dot{z}_2 z_1). \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dt^2} (r_{12}^2) = & 2 \times \left(\frac{dr_1}{dt} \right)^2 + 2 \times r_1 \times \frac{d^2 r_1}{dt^2} - 2 \times \frac{d^2 r_1}{dt^2} \times r_2 - 4 \times \frac{dr_1}{dt} \times \frac{dr_2}{dt} - \\ & - 2 \times \frac{d^2 r_2}{dt^2} \times r_1 + 2 \times \left(\frac{dr_2}{dt} \right)^2 + 2 \times r_2 \times \frac{d^2 r_2}{dt^2}. \end{aligned} \quad (22)$$

Последнее соотношение – (22) – вытекает из равенств (1) и (20). n_1 определяем с учетом 3-го закона Кеплера.

$$n_1 = \frac{2\pi}{T_1}; T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{a_1^3}{G(M_S + m_1)}} \times T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{a_2^3}{G(M_S + m_2)}}.$$

Здесь T_1 и T_2 – орбитальные периоды Земли и астероида.

Величины x, y, z , их первые и вторые производные найдем с использованием равенств (6) и (17), соотношений (4) – (19), записанных для Земли и опасного тела. Все вычисления – аналитические и численные – производим с применением системы “MAPLE’15”.

ПРИМЕР

Спрогнозируем эпоху t сближения с Землей опасного астероида 2019 SU3. Элементы орбиты Земли [2] и этого тела [5] возьмем на дату 27 апреля 2019 г. (табл. 1).

За единицу массы примем массу Солнца $M_s = 2 \times 10^{30}$ кг; в качестве единицы длины возьмем 1 астрономическую единицу (1 а. е. = 149597888,9 км); за единицу времени возьмем 1 тропический год (1 тр. год = 365,2422 × 24 × 3 600 секунд).

В указанных единицах измерений имеем – $m_1 = 6 \times 10^{24}$ кг = 3×10^{-6} единиц массы, $G = 6,672 \times 10^{-11}$ м³/(кг × с²) = 39,691638173 (единица длины)³ / (единица времени² × единица массы). Массой астероида (m_2) пренебрегаем.

Для поиска эпохи глобального минимума величины r_{12} определим синодический период S_2 второго тела (2019 SU3).

$$S_2 = \frac{T_1 \times T_2}{T_2 - T_1} \approx \frac{a_1^{3/2} \times a_2^{3/2}}{a_2^{3/2} - a_1^{3/2}}.$$

$$S_2 = 8,008062806489457 \text{ тр. год.}$$

Таблица 1. Элементы орбиты Земли и астероида 2019 SU3 (27 апреля 2019 г.)

Элементы орбиты	Земля	2019 SU3
a, а. е.	1,0000010178	1,093
e	0,0167005087369195210290412	0,0927
i, рад	0,0000440104857123768543624634	0,0202807259081741096838533
ω , рад	1,79768332923260583149323	5,63217749618570154473275
Ω , рад	3,05129983837882484500239	0,0893259511170697877469543
M_0 , рад	5,185339842566095841944	4,49631721898779185607080

Выбираем значение t – интервал времени прошедший после 27 апреля 2019 года (для запуска итерационного процесса приходится брать несколько пробных значений t с учетом значения S_2). По формулам (1) – (22) вычисляем искомые величины r_{12} и t на каждом шаге итерационного процесса Ньютона-Рафсона. Итерации прекращаем для заданной точности r_{12} (табл. 2).

Таблица 2. Итерационный процесс

Величины	1-я итерация	2-я итерация	3-я итерация	4-я итерация	5-я итерация
$d(r_{12}^2)/dt$	0,0092848274	0,00108075	0,000012074	$1,526793 \times 10^{-9}$	$2,44174 \times 10^{-17}$
$d^2(r_{12}^2)/dt^2$	0,2488241237	0,19901736	0,194608827	0,194559614	0,194559608
t, год	88,190159322	88,1528445	88,14735201	88,14735201	88,14735200
r_{12} , а. е.	0,0152382702	0,00666731	0,006441787	0,006441757	0,006441757

ИССЛЕДОВАНИЕ ИТЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Численные и аналитические исследования показывают [3], [4], что при движении двух тел по гелиоцентрическим траекториям на интервале времени, соответствующем нескольким оборотам этих тел, для расстояния между объектами r_{12} кроме глобального минимума существуют и локальные минимумы (рис. 1).

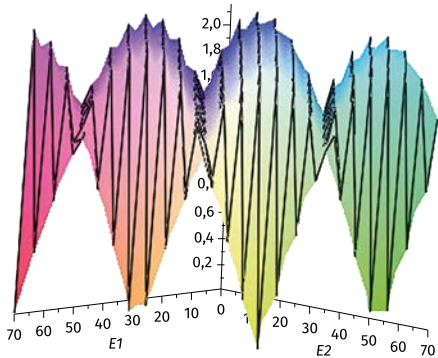


Рис. 1. Расстояние $r_{12} = r_{12}(E_1, E_2)$ между Землей и астероидом 2019 SU3 в астрономических единицах. Эксцентрисические аномалии тел E_1 и E_2 заключены в интервале от 0 до 70 рад.

Определив из соотношений (2) – (22) расстояния между Землей и астероидом r_{12} и соответствующие моменты времени t , построим график функции $r_{12} = r_{12}(t)$ (рис. 2–3).

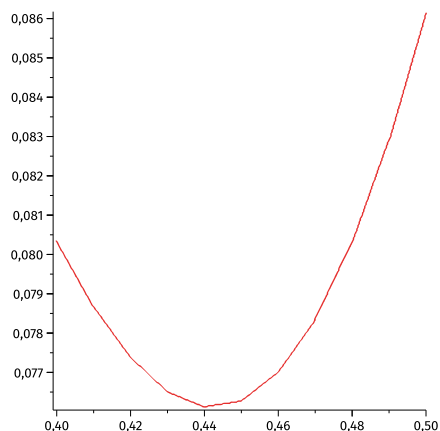


Рис. 2. Один из локальных минимумов функции r_{12} – расстояние между Землей и астероидом 2019 SU3 в астрономических единицах. По оси абсцисс указан интервал времени в тропических годах, прошедший после 27 апреля 2019 г., а по оси ординат отмечено расстояние между рассматриваемыми телами

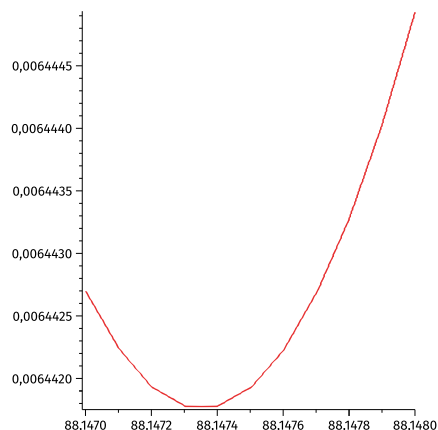


Рис. 3. Глобальный минимум функции r_{12} – расстояние между Землей и астероидом 2019 SU3 в астрономических единицах. По оси абсцисс указан интервал времени в тропических годах, прошедший после 27 апреля 2019 г., а по оси ординат отмечено расстояние между рассматриваемыми телами

Пример исследование итерационного процесса Ньютона-Рафсона в аналитическом виде представлен в работе [4].

Как и следовало ожидать, для невозмущенного движения вычисленный глобальный минимум $r_{12c} = 0,00644175$ а.е. не совпал с уточненным значением минимума $r_{12} = 0,0022$ а.е., а вычисленная эпоха $t_c = 27$ апреля 2019 г. + 88,1473520 тр. год не совпала с эпохой минимума расстояния $t = 27$ сентября 2084 г. Заметим, что 12 октября 2019 года этот астероид был удален из таблицы опасных астероидов [6].

Библиографический список

1. Шустов, Б. М. О роли науки в изучении и парировании космических угроз. Москва: РАН, Вестник Российской академии наук, 2019. Т. 89. № 8. – 777 с. URL: <http://www.inasan.ru/wp-content/uploads/2019/10/статья-о-космических-угрозах-Вестник-РАН.pdf> (дата обращения: 11.02.2020).
2. Абалакин, В. К., Аксенов, Е. П., Гребеников, Е. А. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике / Ред. Дубошин Г. Н. Москва: Наука, 1976. – 684 с.
3. Perov, N. I. A unified method of forecasting collisions of space objects / Solar System Research, 2000. V. 34. N. 1. P.95. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2000SoSyR...34...95P> (Provided by the SAO/NASA Astrophysics Data System), (дата обращения 11.02.2020).
4. Perov, N. I. Unified method for determining the initial orbits of celestial bodies from a small number of optical observations / Astronomicheskii Zhurnal, 1989. V. 66. – PP. 1093–1099. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1989AZh....66.1093P>. (Provided by the SAO/NASA Astrophysics Data System), (дата обращения 11.02.2020).
5. 2019 SU3 – Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/2019_SU3 (дата обращения 11.02.2019).
6. Sentry (monitoring system). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sentry_\(monitoring_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sentry_(monitoring_system)) (дата обращения 11.02.2020).

Прогноз мест падений метеоритов

 **Иванова Ю. Д.**

 Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского

 julia.ivasha1126@gmail.com

Как известно, процесс падения метеоритов на поверхность Земли считается случайным и непредсказуемым [1], [2]. Метеориты падают практически равномерно по всей поверхности Земли, однако засвидетельствованные случаи, как правило, сосредоточены в районах с высокой плотностью населения, таких как: Европа, Япония и северная Индия. На карте (рис. 1) можно увидеть места падения метеоритов за последние 4300 лет. Хорошо видно, что наиболее часто они падали в Северной Америке, Западной Европе, Австралии и Южной Африке. Всего за это время было зафиксировано падение 34 тыс. небесных тел. Обращает на себя внимание дефицит падений метеоритов в экваториальной области планеты (рис. 1–2).

Для интерпретации этого явления рассмотрим эволюцию круговой орбиты малого тела в рамках дважды осредненной ограниченной круговой задачи трех тел, с учетом сжатия центрального тела [3], [4].

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Определим время P миграции малого тела и эволюцию угла наклона i плоскости его орбиты к плоскости экватора Земли в сфере действия сжатой Земли с учетом совместного влияния Солнца – внешнего тела. В первом приближении вековая эволюция орбиты этого тела описывается в кеплеровых элементах, через которые

выражается возмущающая функция, относительно короткопериодических переменных – средних аномалий тела и возмущающей точки, при отсутствии соизмеримостей в соответствующих периодах низшего порядка. Такое осреднение, осуществляемое независимо (в приближении Хилла – $a/a_1 \ll 1$), дает выражение для вековой части возмущающей функции [3], [4], [5].

Если экваториальная плоскость Земли и орбитальная плоскость внешнего тела совпадают (наклонение $i_1 = 0$), тогда [3], [4], [5].

$$de/dt = 10e(1-e^2)^{1/2}(\sin(i))^2 \sin(2\omega), \quad (1)$$

$$di/dt = -10e^2(1-e^2)^{-1/2} \sin(i) \cos(i) \sin(2\omega), \quad (2)$$

$$d\omega/dt = 4\gamma(1-e^2)^{-2}(5\cos^2 i - 1) + 2(1-e^2)^{-1/2}[e^2 - 1 + 5\cos^2 i - 1 + 5(\sin^2 i - e^2)\cos(2\omega)]. \quad (3)$$

Здесь i и e – наклон плоскости орбиты тела к экваториальной плоскости Земли и эксцентриситет эллиптической орбиты тела, соответственно, ω – аргумент перигея тела. Эти элементы (i , ω) оскулирующей орбиты тела относятся, в общем случае, к плоскости орбиты возмущающего тела и точке весеннего равноденствия. Для рассматриваемой небесномеханической задачи c_1 , c_2 и a являются постоянными величинами относительно времени (интегралами системы соответствующих дифференциальных уравнений [4]). a – большая полуось орбиты малого тела, Заметим [3]

$$c_1 = (1-e^2)(\cos(i))^2, \quad (4)$$

$$c_2 = \frac{2\gamma}{(1-e^2)^{3/2}} \left(\frac{1}{3} + \cos(2i) \right) + 2(e^2 - (\sin(i))^2) + e^2(\sin(i))^2(5\cos(2\omega) - 3). \quad (5)$$

Здесь

$$\gamma = \frac{1}{2} \frac{\alpha}{\beta}, \alpha = -\frac{3}{8} c_{20} \left(\frac{a_0}{a} \right)^2, \beta = \frac{3}{16} \frac{\mu_1}{\mu} \left(\frac{a}{a_1} \right)^3, \quad (6)$$

$$\tau = \beta(t - t_0) \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}. \quad (7)$$

В соотношениях (6) и (7) использованы следующие обозначения, μ и μ_1 – произведения гравитационной постоянной G на массы Земли M и Солнца M_s , соответственно; c_{20} – коэффициент второй зональной гармоники гравитационного поля Земли; a_0 – средний экваториальный радиус Земли; t – ньютоновское равномерное время, τ – модифицированное время; a_1 – большая полуось круговой орбиты Земли.

ЗАВИСИМОСТЬ НАКЛОНА (i) ПЛОСКОСТИ ОРБИТЫ МАЛОГО ТЕЛА ОТ ВРЕМЕНИ (τ)

Из уравнений (2), (4), (5), (6), (7) определяется, впервые, в явном виде, квадратура

$$\tau = c_1^2 \int \frac{dq}{\sqrt{\Psi(q)}}. \quad (8)$$

Здесь

$$\Psi(q) = [8\gamma q^7 - 8/3\gamma q^5 + (4c_1^{5/2} + (-2c_2 + 4)c_1^{3/2})q^2 - 8c_1^{5/2}] \times \\ \times [-8\gamma q^7 + 8/3\gamma q^5 - 20c_1^{3/2}q^4 + (16c_1^{5/2} + 16c_1^{3/2} + 2c_2c_1^{3/2})q^2 - 12c_1^{5/2}]. \quad (9)$$

В соотношениях (8) и (9) $q = \cos(i)$, $0 < |q| < 1$, точнее, $38^\circ < i < 90^\circ$. Два предельных, допустимых, значения q (или i) определяются из уравнения (10)

$$\Psi(q) = 0. \quad (10)$$

При этом, $q_{\max} > q_{\min}$, $q_{\max}$ – ближайший к $q_{\min}$ корень уравнения (10). Интеграл (8) может применяться как для ротационного, так и для либрационного движений перигея орбиты малого тела.

ПРИМЕРЫ

Используя соотношения (4) – (10), построим графики функций $i = i(i_0)$, $r_p = r_p(i_0)$, $P = P(i_0)$ (рис. 3–5).

Здесь i_0 – начальный наклон плоскости орбиты малого тела к плоскости экватора Земли, r_p – перигейное расстояние малого тела. P – интервал времени эволюции орбиты малого тела от середины радиуса сферы действия планеты до значения r_p , при котором конечное значение аргумента широты перигея тела $\omega = 90^\circ$. Соответ-

ствующее значение i_f – конечное значение угла наклона – примем за широту места падения метеорита (более строго при $r_p = a_0$).

За исходные данные примем следующие значения величин, входящие в уравнения (1) – (7): $c_{20} = -10^{-3}$, $a = 929\,000 \times 10^3/2$ м, $e_0 = 0,1$, $\omega_0 = 0$, $G = 6,672 \times 10^{-11}$ Нм²/кг², $a_0 = 6\,378 \times 10^3$ м, $M = 6 \times 10^{24}$ кг, $M_s = 2 \times 10^{30}$ кг, $a_1 = 149\,597\,888,9$ м.

Рис. 3 иллюстрирует, что в рассмотренной небесномеханической модели движения малого тела, падение метеоритов на Землю происходит при $82,6 < i_0 < 90^\circ$. Географические широты пунктов падений заключены в интервале $39^\circ < \varphi < 90^\circ$. (В модели перигейное расстояние r_p малого тела удовлетворяет условию $r_p < 6\,378$ км, что меньше экваториального радиуса Земли, а конечное значение аргумента перигея ω малого тела равно $\omega = 90^\circ$ (рис. 4)). При установленных начальных наклонах малых тел, которые приводят к столкновению тел с Землей, интервал времени эволюции орбит этих тел (от начала их движения в сфере действия Земли до столкновения с Землей) составляет 3 года (рис. 5). При эволюции орбиты малого тела, с учетом (2, 4, 5) аргумент широты перигея ω сохраняет значение $\sim 45^\circ$ (или $\sin(2\omega) \sim 1$), при изменении косинуса угла наклона на $0,2 \leq \cos(i) \leq 0,7$ (рис. 6).

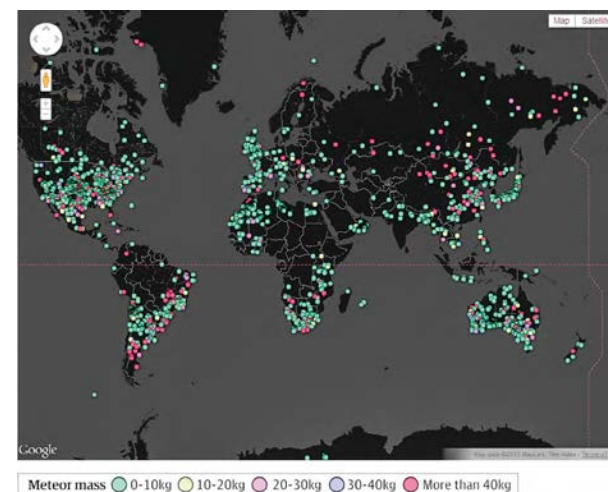


Рис. 1. Места падений метеоритов на Земле
https://www.sott.net/image/s6/132156/full/Map_meteors.png

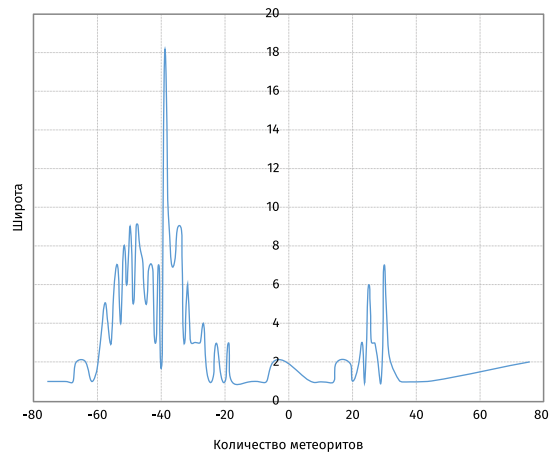


Рис. 2. График зависимости числа упавших на Землю метеоритов от широты

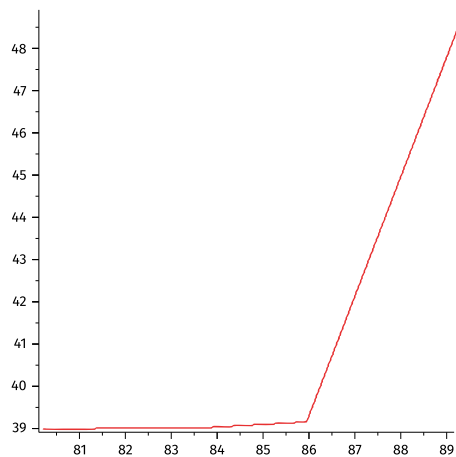


Рис. 3. Зависимость конечного значения угла наклона i_f (в градусах) плоскости орбиты малого тела к плоскости земного экватора от начального угла наклона i_i (в градусах). Аргумент перигея орбиты ω тела изменяется от 0° до 90° . Учитывается сжатие Земли и притяжение Солнца

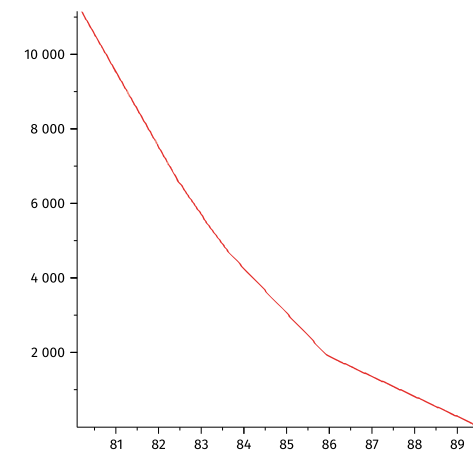


Рис. 4. Зависимость перигейного расстояния (в километрах) малого тела, движущегося в гравитационном поле сжатой Земли, с учетом возмущений от Солнца, от начального значения угла наклона i_i (в градусах) плоскости орбиты малого тела к плоскости земного экватора. Аргумент широты перигея орбиты ω тела изменяется от 0° до 90°

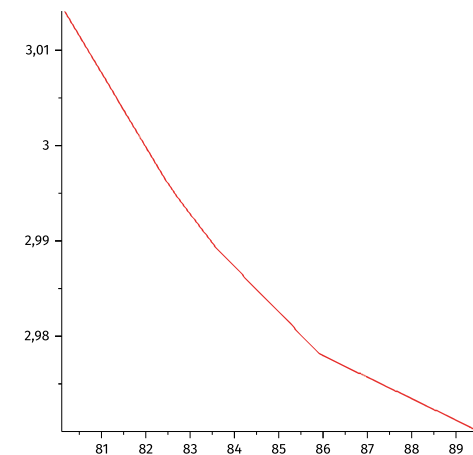


Рис. 5. Зависимость интервала времени движения P малого тела, движущегося в гравитационном поле сжатой Земли, с учетом солнечных возмущений, от начального значения угла наклона i_i (в градусах) плоскости орбиты малого тела к плоскости земного экватора. Аргумент широты перигея орбиты ω тела изменяется от 0° до 90°

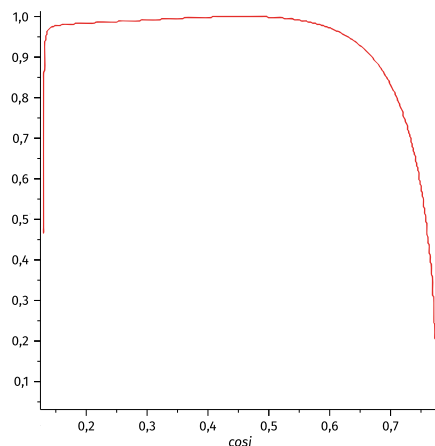


Рис. 6. Зависимость $\sin(2\omega)$ от $\cos(i)$, при движении малого тела в гравитационном поле сжатой Земли, при наличии возмущающего тела с массой Солнца. i – наклон плоскости орбиты малого тела к плоскости земного экватора. Аргумент широты перигея орбиты тела ω изменяется от 0° до 90° .

В приведенной модели возмущающее тело (с массой Солнца) «движется» в плоскости экватора основного тела (Земли). Расстояние между телами, в приведенных примерах, равно 1 астрономической единице.

В рамках рассмотренной модели, решение задачи о движении малого тела в гравитационном поле сжатой Земли, с учетом влияния внешнего тела, сводится к решению алгебраического уравнения 14-й степени – соотношения (9) и (10) – и вычислению интеграла вида (8). Причем, соответствующая квадратура уравнений (1) – (3) представлена в явном виде, в отличие от работы [3].

При $i_0 = 1,4415$ рад = 82.5918661681° корни q алгебраического уравнения 14-й степени (10), вычисленные с использованием компьютерной алгебры “MAPLE’15”, следующие.

$$\begin{aligned} &0,128936; \\ &2,0935399 + 1,491776 \times (-1)^{1/2}; \\ &-0,799453 + 2,414384 \times (-1)^{1/2}; \\ &-0,1289355; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &-2,5881736; \\ &-0,7994535 - 2,414384 \times (-1)^{1/2}; \\ &2,0935399 - 1,491776 \times (-1)^{1/2}; \\ &0,1278527; \\ &0,7769447; \\ &3,261493 + 5,674082 \times (-1)^{1/2}; \\ &-0,7775465; \\ &-6,5223839; \\ &3,261493 - 5,674082 \times (-1)^{1/2}. \end{aligned}$$

Кроме комплексно-сопряженных корней уравнение (10), имеет парные действительные корни, отличающиеся, в пределах ошибок округления, только знаком (функция $\cos(i)$ является четной). Следовательно, может быть несколько областей движения по переменной q , но в любом случае критериями области движения малого тела являются условия

$$\Psi(q) \geq 0, -1 \leq q \leq +1, q - \text{действительная величина.}$$

Обратим внимание, что при начальных условиях: $i_i = 1,4415$ рад, $\omega_i = 0$, $c_{20} = -10^{-3}$, имеем, при конечном значении $\omega_f = 90^\circ$, для $r_p = 6376,06$ км. При тех же самых начальных условиях и том же конечном значении $\omega_f = 90^\circ$, но при $c_{20} = -10^{-10}$, величина r_p принимает значение $r_p = 6371,08$ км. Таким образом, увеличение сжатия планеты (увеличение c_{20} по модулю) способствует уменьшению степени проявления эффекта Кодзаи–Лидова [3], [4], [5].

В данной небесномеханической модели географические широты пунктов падений метеоритов заключены в интервале $39^\circ < \varphi < 90^\circ$, а интервалы времен движений метеороидов в сфере действия Земли составляют 3 года.

Библиографический список

1. Места падений известных науке метеоритов. [pic.twitter.com/SGHthNq0hd](https://www.sott.net/image/s6/132156/full/Map_meteors.png). URL: https://www.sott.net/image/s6/132156/full/Map_meteors.png (дата обращения: 17.02.2020).
2. Фурман, В. Фізика імпульсних взаємодій космічних тіл із оболонками Землі. Old.geology.lnu.edu.ua. URL: <https://slide-share.ru/image/3724488.jpeg> (дата обращения 17.02.2020).

3. *Vashkov'jak, M. A.* On the special particular solutions of a double-averaged Hill's problem with allowance for flattening of the central planet. *Pis'ma v Astronomicheskii Zhurnal*, 1996. Volume 22, pp. 231–240.
4. *Vashkov'jak, M. A.* On the Coplanar Integrable Case of the Twice-Averaged Hill Problem with Central Body Oblateness. *Solar System Research*, Volume 52, Issue 1, 2018, pp. 69–85.
5. *Perov, N. I., Ivanova, J. D.* Near Earth Comets Origin. 81st Annual Meeting of the Meteoritical Society, held 22–27 July 2018 in Moscow, Russia. LPI Contribution No. 2067, 2018, id.6130.

УДК 629.7

АРКК «ВОЗДУШНЫЙ СТАРТ»

 **Лукрица П. Ю.**

 **МВЦ «Самара Космическая»**

Проект авиационного ракетно-космического комплекса (АРКК) «Воздушный старт» был начат в 1997 г. компанией «Компомаш». В 1999 г. для его реализации была создана корпорация «Воздушный старт». Учредители: авиакомпания «Полет», ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия» и Конструкторское бюро химической автоматики (КБХА).

В проекте предусматривается осуществление пусков ракеты-носителя со спутниками на борту на высоте 10–11 км с воздушной стартовой платформы, в качестве которой будет использоваться модификация самого тяжелого в мире серийного транспортного самолета Ан-124-100 «Руслан».

Цель проекта: расширение возможностей по освоению космоса в интересах развития экономики России, а также повышения уровня жизни людей во многих странах мира.

Система «Воздушный старт» обеспечивает запуски легких спутников на низкие (до 2 тыс. км), средние (10–20 тыс. км), геопереходные, геостационарную орбиты и отлетные траектории к Луне и планетам Солнечной системы.

Отличительными чертами комплекса «Воздушный старт» является воздушный запуск РН путем ее десантирования из грузового отсека самолета-носителя.

В проекте предусматривается осуществление пусков ракеты-носителя со спутниками на борту на высоте 10–11 км с воздушной стартовой платформы, в качестве которой будет использоваться модификация самого тяжелого в мире серийного транспортного самолета Ан-124-100 «Руслан».

Этапы функционирования:

- загрузка ракеты-носителя с космическим разгонным блоком (аэродром «Безымянка» в городе Самара (Россия) вблизи завода-изготовителя «Прогресс»).
- доставка ракеты-носителя и космического разгонного блока на космодром «Восточный» или на космопорт в Индонезию.
- интеграция ракеты-носителя и спутника, предварительно доставленного на космопорт.
- вылет самолета-носителя в расчетную зону пуска.
- десантирование ракеты-носителя из самолета-носителя.

После десантирования ракеты-носителя и последующей реализации участков полета первой и второй ступеней ракеты-носителя и космического разгонного блока, осуществляется отделение спутника при выходе на заданную орбиту.

В рамках постоянной экспозиции МВЦ «Самара Космическая» функционирует выставочный проект «Воздушный старт».

Через идеи прошлого и настоящего смотрим в будущее, рассказываем об актуальной на данный момент теме в космонавтике – запуске ракеты с высоты нескольких километров с самолета-носителя.

Библиографический список

1. Щербаков, В. «Воздушный старт»: десять лет – полет нормальный.
2. Бальмонт, Б. В., Карпов, А. С., Иванов, Р. К. Российский аэрокосмический проект «Воздушный старт».

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ



Миры Лесли Пелтье

 **Белоножко Д. Ф.**

 **Ярославский государственный университет
имени П. Г. Демидова**

В североамериканском штате Огайо, в городе Дельфос перед зданием публичной библиотеки установлен небольшой памятник, стилизованный под гномон. Надпись на этом памятнике гласит:

Leslie C. Peltier
The worlds most famous
amateur astronomer
resided in Delphos Ohio
1900–1980

Лесли К. Пелтье
Самый знаменитый в мире
Любитель астрономии
Проживавший в Огайо, г. Дельфос
1900–1980

Среди англоязычных любителей астрономии Лесли Пелтье – по-настоящему легендарная личность. Его автобиографическая книжка «Starlight Nights. The adventure of a Star-Gazer» [1], впервые вышедшая в 1965 году, считается мировым бестселлером. Ее главным лейтмотивом является мысль о том, что любительская астрономия – захватывающее увлечение, доступное людям всех возрастов, социальных слоев и с самым различным уровнем образования. В воспоминаниях и размышлениях автора центральная тема многолетних регулярных астрономических наблюдений живо переплетается с его естественнонаучными увлечениями, любопытными житейскими ситуациями и познавательными фактами самого разного толка. Для чтения книги Лесли Пелтье не требуется какой-то специальной подготовки. Она написана для всех, кто интересуется астрономией, увлекается естествознанием, стремится расширить свой кругозор или просто любит звездным небом, красотой природы и гармонией окружающего мира.

В 2016 году энтузиасты ярославского культурно-просветительского центра им. В.В.Терешковой перевели шедевр Лесли Пелтье и с разрешения правообладателя выпустили в виде отдельной монографии [2]. Миры Лесли Пелтье стали доступны русскоязычной аудитории. Их очарование растопит сердце любого современного компьютерного червя, изучающего астрономию с экрана монитора, заставит его выйти под звездное небо, заглянуть в окуляр телескопа, выяснить расписание ближайших астрономических событий. С помощью современных виртуальных планетариев участники астрономических кружков и обществ могут попробовать воспроизвести множество описанных в книжке Пелтье астрономических событий, своими глазами увидеть зеленый луч, противосияние, полярное сияние и многое другое. Энтузиасты с умелыми руками узнают о хитростях организации открытой наблюдательной площадки и даже о том, как самостоятельно построить купол обсерватории. Может быть, кто-то из читателей захочет воспроизвести обсерваторию-карусель, с помощью которой Пелтье открыл около десятка комет. Кто-нибудь обязательно захочет попробовать свои силы в наблюдении переменных звезд. Каждый читатель окунется не только в мир астрономии, но и в так любимый автором мир литературы, истории, а местами даже ботаники и геологии.

До сих пор книжка Лесли Пелтье не потеряла своей актуальности, также, как и его слова:

*Если бы мне привелось выписывать лекарство для избавления человечества хотя бы от некоторых из всех тех напастей, которые оно само же и создало, рецепт выглядел бы просто:
«Небольшая порция звездного света, каждый ясный вечер перед сном».*

Библиографический список

1. Peltier, L. C. Starlight nights: the adventures of a star-gazer //Starlight nights: the adventures of a star-gazer, by Leslie C. Peltier; foreword by David H. Levy. Cambridge, Mass: Sky, c1965, 1999. (Reprint of 1965 Harper & Row edition with new foreword and index..). – 1999.
2. Лесли К. Пелтье. Свет ночного неба. Приключения звездочета: пер. с англ. Д. Ф. Белоножко, А. М. Стороженко/ под ред. И. В. Григорьевой. – Ярославль: ГАУК ЯО «Центр имени В. В. Терешковой», 2016. – 354 с.

Дистанционный формат дополнительного астрономического образования и просвещения

 Тихомирова Е. Н.

 ГАУК ЯО «Центр имени В. В. Терешковой»

В связи со сложившейся эпидемиологической ситуацией в России учебно-воспитательный процесс в образовательных учреждениях всех типов претерпел значительные изменения и стал осуществляться в дистанционном формате. В марте 2020 просветительская деятельность Культурно-просветительского центра имени В.В.Терешковой также перешла из очного режима в интернет-пространство и оказала значимую поддержку образовательному процессу.

Изменившиеся условия вдохновили сотрудников на оперативную разработку и проведение уникальных учебных и просветительских видео-лекций по астрономии и космонавтике, онлайн-наблюдений из астрономической обсерватории, регулярных астрономических видео-обзоров, трансляций оригинальных мастер-классов, конкурсов, викторин, космических онлайн-экскурсий, подготовку ответов на вопросы подписчиков. Просветительский репертуар Центра в телекоммуникационной сети Интернет в видео- и онлайн-формате ежедневно обновляется на официальном сайте, на странице группы ВКонтакте, Инстаграме, Фэйсбуке и на официальном YouTube-канале учреждения.

Несомненным достижением можно назвать большой интерес у юных подписчиков наших социальных сетей к лекциям и экскурсиям в новом формате на фоне сложности восприятия информационных ресурсов в рамках образовательного процесса в дистанционном режиме. Во многом залогом успеха послужили грамотный подбор информации, небольшая продолжительность, оригинальность формата и создание циклов видеоматериалов. Например, серия «Нескучные уроки по космонавтике» смогла покорить сердца

наших зрителей, а читателям пришлось по душе Новости космонавтики. Научно-популярные лекции под лозунгом «Астрономия от А до Я», астрономические обзоры, рассказ об астрономической обсерватории «Тайна высокой башни» и наблюдения Венеры в телескоп Центра также были особенно отмечены подписчиками.

За короткий срок Центр организовал большое количество оригинальных конкурсов. Так, в космическом месяце апреле конкурс под названием «Назад в прошлое» позволил каждому, находясь у себя дома, обратить внимание на объекты с космической атрибутикой (елочные игрушки, статуэтки, открытки, газеты и даже вырезки из газет, книги, да и все, что угодно), сфотографировать их и представить в социальных сетях Центра. Фотоконкурс «Астрофото с балкона» позволил многим перевести свой взгляд на небесную красоту и запечатлеть гармонию неба и земли – астрономические объекты и явления [1].

75-летие Победы в Великой Отечественной войне было особенно отмечено дистанционными мероприятиями, главным из которых стала Межрегиональная конференция «День памяти и славы». Конференция раскрыла вопросы образования в годы Великой Отечественной войны, научных астрономических исследований, культурной жизни Ярославской области и других регионов в тот сложный для страны период. Учащиеся школ и студенты, включая участников клубных формирований Центра, по достоинству оценили мероприятие, признав его информативным и разносторонним, а содержание докладов конференции – разнообразным. Было отмечено, что конференция позволила молодому поколению окунуться в пространство науки, образования и культуры военных лет, взглянуть на жизнь людей того времени и узнать новые факты из истории нашей страны.

Подобный подход в построении и наполнении медиаресурсов учреждения может способствовать увеличению эффективности процессов естественно-научного просвещения, дополнительного астрономического образования и патриотического воспитания молодежи.

Источники

1. www.yarplaneta.ru

Творчество в астрономическом кружке

 **Роменская О. М.**

 ГАУК ЯО «Центр имени В. В. Терешковой»,
Ярославский государственный университет
имени П. Г. Демидова

Астрономический кружок Центра имени В. В. Терешковой вызывает большой интерес учащихся начальной школы. Младшая группа кружка разделена на три подгруппы: две из них – это 1-4 классы и одна – 5-7 классы. В связи с большим количеством запросов на занятия с дошкольным возрастом, в Звездном зале Центра также проводится цикл полнокупольных лекций «Школа звездочета», который можно посещать вместе с родителями.

Особенность работы с учащимися младших классов – это необходимость включения большого количества творческих заданий. Во время проведения практических занятий, связанных с изучением карт звездного неба, необходимо формировать ассоциативные связи, которые помогают запоминать созвездие и его название. В первую очередь, учащиеся младшей группы сравнивают карту Земли с размеченными границами государств и карту звездного неба, на которой размечены границы созвездий. Далее подробно рассматриваются незаходящие созвездия: те, которые можно видеть в Ярославле в течение всей ночи в течение всего года. Часть из них уже знакома учащимся кружка: большинство новых участников (~60%) умеют находить на небе Большую Медведицу.

Большая Медведица становится ориентиром, с помощью которого учатся находить другие созвездия, поэтому необходимо закрепить умение его находить. Делается это с помощью творческих методов: астрономические раскраски, на которых размечены не только контур медведицы и звезды астеризма Большой Ковш,

но и остальные яркие звезды созвездия: у созвездия появляются «лапы» и «голова». В дальнейшем шуточные ассоциации с «частями тела» Большой Медведицы помогают запоминать положение соседних созвездий. Например, участники кружка придумывают истории: как Лев и Малый Лев лежат под лапами Большой Медведицы, как впереди нее бежит Рысь и как за Большой Медведицей постоянно бегут Гонимые Псы, которых удерживает Волопас. Стоит отметить, что это творчество порой пересекается с мифами Древней Греции, которые дали название большей части созвездий Северного полушария. Так как группы разновозрастные, часть группы может быть уже знакома с мифами – благодаря их изучению в рамках школьного курса по литературе. Во время практики в Звездном зале Центра имени В.В.Терешковой участники кружка вспоминают положение созвездий благодаря этим ассоциациям. Аналогичным образом запоминаются созвездия летне-осеннего треугольника и близлежащие.



Рис. 1. Запоминание положения созвездий с помощью направляющих, проходящих от звезд Большой Медведицы

Другая категория творческих занятий – это рисование. После прохождения материала о том, какие бывают звезды, и об их эволюции, участникам кружка было предложено сделать рисунок звезды того типа, который им понравился больше всего, а затем рассказать о том, какую именно звезду они нарисовали: молодая ли это звезда или уже завершающая свое развитие, какая у нее температура и размеры.

Были рисунки похожих на наше Солнце звезд, желтых с несколькими черными пятнами, но были также голубые сверхгиганты и белые карлики. Особенно много было красных гигантов, напоминающие ранее рассмотренные изображения звезд: Бетельгейзе, Антареса и других. Затем похожее задание было дано после изучения разновидностей и типов галактик.

Благодаря творческим заданиям появляется возможность закрепить знания по астрономии у самых маленьких участников кружка: особенно тех, кто испытывает затруднения в процессе чтения и письма.

Библиографический список

1. Подборка творческих заданий для младших школьников [Электронный ресурс] URL: <https://www.pinterest.ru/fotostirka29/%D0%B4%D0%B5%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%BA%D0%B8/>
2. Проект «Астрогалактика», стихи для детей [Электронный ресурс] URL: <https://astrogalaxy.ru/kind11.html>

К вопросу о поиске внеземных цивилизаций Земного типа

 **Бежан Д. С.**

 Ярославский государственный педагогический университет
имени К. Д. Ушинского

 biezhan96@mail.ru

Академик В. Л. Гинзбург проблему поиска внеземных цивилизаций относил к одной из трех фундаментальных проблем астрофизики [1]. В настоящее время уже открыты свыше 4 158 внесолнечных планет (на 21 мая 2020 года) [2], но все они превосходят Землю по размерам. А внеземные цивилизации, несмотря на значительные усилия астрономов, до сих пор не обнаружены [4]. Очевидно, одно из направлений поиска наших «братьев по разуму» связано с применением современных телескопов. Ниже рассматриваются параметры телескопов [3] для поиска далеких звезд подобных Солнцу и планет, подобных планетам Солнечной системы.

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Поставим задачу об определении диаметра телескопа D (в метрах), с помощью которого можно зарегистрировать звезду типа Солнца, находящуюся на расстоянии r (в парсеках). С учетом [3] для проникающей силы телескопа имеем

$$m = 17,1 + 5 \lg D. \quad (1)$$

Для абсолютной звездной величины звезды M используем известное соотношение

$$M = m + 5 + 5 \lg r. \quad (2)$$

Из равенств (1) и (2) следует

$$\lg D = 0,2M - 4,42 + \lg r. \quad (3)$$

(Формулу (3) можно уточнить, принимая во внимание – увеличение телескопа, время экспозиции и «рабочую» длину волны [3]).

Из этой формулы, в частности, следует, что яркие и близкие звезды возможно наблюдать невооруженным глазом, а для исследования слабых и далеких звезд подойдет не каждый телескоп.

Например, для исследования звезд типа Солнца, расположенных на периферии нашей Галактики (при $r = 30000$ пк), необходим телескоп с диаметром 10,5 м.

Для телескопа с диаметром 100 м доступны звезды (типа Солнца), находящиеся на расстоянии 288 000 пк, что на порядок превышает размеры Млечного Пути, но в случае исследования звезд типа Солнца в Туманности Андромеды (М31), такой инструмент, в соответствии с (3), будет работать не эффективно.

Для исследования чернотельного излучения планеты, находящейся на расстоянии r (в метрах(!)) от планеты, радиус которой R_p , а температура и радиус родительской звезды T_s и R_s , соответственно, в модели (3) необходим телескоп с диаметром зеркала D (в метрах)

$$5 \lg D = M_0 - 2,5 \lg \left[\left(\frac{R_p}{r} \right)^2 \frac{R_s^2 T_s^4 (1-A)}{R_0^2 T_0^4 4 r_{sp}^2} \right] - 22,1 + 5 \lg \left(\frac{1}{206265 \times 149,6 \times 10^9} \right). \quad (4)$$

Здесь $M_0 = 4.8$ – абсолютная звездная величина Солнца, R_0 и T_0 – радиус и эффективная температура Солнца. $A = 0,3$ (примем) – альбедо планеты. Если планета типа Юпитера находится от родительской звезды на расстоянии 1 а.е., а от земного наблюдателя на расстоянии 10 пк, то для прямого исследования чернотельного (собственного) излучения такой планеты (в модели (3)) необходим телескоп с диаметром зеркала 10^{12} м.

Приведенные примеры показывают трудности поиска планет земного типа и внеземных цивилизаций. Визуальные наблюдения в галактической плоскости ограничены расстоянием в несколько килопарсеков, а радиоинтерферометр со сверхдлинной базой имеет слишком малую разрешающую способность, чтобы обнаружить

на таком расстоянии сферический объект диаметром в 1 астрономическую единицу.

Отсутствие сигналов от разумных существ и их попыток установить с человечеством не обязательно означает отсутствие внеземных цивилизаций, возможно, Земля еще не достигла достаточно высокого уровня развития, возможно, она является частью межзвездного заповедника, а, возможно, внеземные цивилизации просто игнорируют нас и занимаются своими делами [1].

Успех поисков внеземных цивилизаций невозможно гарантировать в течение десятилетий. Сколько времени человечество будет предпринимать попытки таких поисков, зависит от осознания важности этого тысячелетнего вопроса. Предстоит пройти долгий путь, прежде чем земная цивилизация сделает окончательный вывод: «Мы одиноки», если такое когда-либо произойдет. Но такие поиски сначала наугад, а теперь систематически и целенаправленно уже ведутся. И эпохально-программное заявление Дж. Биллингема и Дж. Партера: «Начав, мы отобрали этот вечный вопрос у священников и философов и переместили его в сферу научных исследований, где ему и надлежит быть» – ярко показывает, что наука XXI века готова к открытию простейших форм жизни на телах Солнечной системы и цивилизаций в нашей Галактике и Метагалактике [1].

Библиографический список

1. Гиндилис, Л. М. SETI: Поиск внеземного разума. М.: Изд-во физико-математической литературы, 2004. – 648 с.
2. <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>
3. Куликовский, П. Г. Справочник любителя астрономии М: Эдиториал УРСС, 2002. – 688 с.
4. Хомяков, А. И., Перов, Н. И. Где вы, братья по разуму!? Писатель и ученый беседуют о внеземных цивилизациях. Ярославль: 2019. – 48 с.

УДК 52

Вифлеемская звезда. Астрономическая интерпретация

 **Хван М. З**

 ЯГПУ имени К. Д. Ушинского

 mari.khvan.oo@mail.ru

Яркие небесные тела и явления с незапамятных времен привлекали внимание человека. С одной стороны люди умирали от голода, но рисовали в пещерах фазы Луны. С другой стороны – результаты наблюдений за небесными телами использовались в повседневной жизни практически – при ориентации в пространстве (пастухи, десантники, страхование морских судов); ориентации во времени (по Солнцу, Луне, звездам) и составления календаря; прогнозировании сроков сельскохозяйственных работ; предсказаний будущих событий.

Известно, например, [1], в священных египетских книгах созвездие Ориона называют «Озирис-Сагу» – владыка всех небесных движений. По преданию «Озирис-Сагу» открыл источник Нила и указал путь Солнцу. На рис. 1 показан восход Солнца и Ориона в Древнем Египте (Каир), 06.07.2020 г. до н. э. 02 ч. УТ.

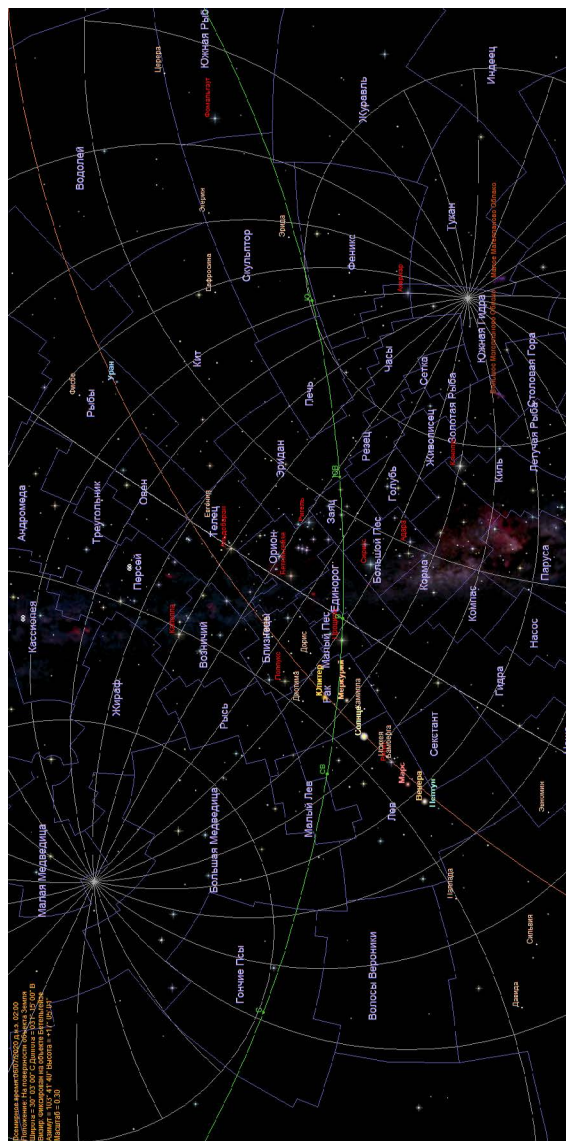


Рис. 1. Восход Солнца и Ориона в Древнем Египте (Каир),
6 июля 2020 г. до н. э. 02 ч. UT

Вифлеёмская звезда [1] – загадочное небесное явление, которое, согласно Евангелию от Матфея, волхвы назвали «звездой». Увидев эту «звезду» на востоке (более точный перевод: на восходе) и решив, что родился «царь Иудейский», они пришли в Иерусалим, чтобы поклониться ему. Не найдя там искомого, волхвы по совету царя Ирода отправились в Вифлеем Иудейский, где их путеводная звезда остановилась над местом, в котором увидели «Младенца с Мариею, Матерью Его». Поскольку она озаменовала Рождество Христово, правильнее ее называть «звездой Рождества».

Значимый атрибут празднования Рождества у христиан и иконографии «Рождества Христова» и «Поклонения волхвов» [1].

Согласно Евангелию от Матфея, волхвы видели «звезду» два раза: в первый раз на востоке (точнее: на восходе), а во второй после того как она «остановилась» над домом, в котором находились Младенец с Марией: «Когда же Иисус родился в Вифлееме Иудейском во дни царя Ирода, пришли в Иерусалим волхвы с востока и говорят: где родившийся Царь Иудейский? ибо мы видели звезду Его на востоке и пришли поклониться Ему». – (Мф. 2:1-2). (рис. 2, 3).



Рис. 2. Поклонение волхвов.
Мастер Франке, около 1424 года.
Гамбургский кунстхалле



Рис. 3. Поклонение волхвов.
Фреска в церкви Святого Марка
в Милане.
Неизвестный художник. XVII век

Комету Галлея использовал Джотто как модель для Вифлеемской звезды в «Поклонении волхвов» в капелле Скровеньи. Начало XIV века (рис. 4).

На русской иконе Рождества Христова Вифлеемская звезда изображена в центре вверху темным полукругом, с одним лучом, падающим вниз (рис. 5).



Рис. 4. «Поклонение волхвов» в капелле Скровеньи. Начало XIV века. Джотто. (Изображена комета Галлея)



Рис. 5. Русская икона Рождества Христова. Вифлеемская звезда изображена в центре вверху полукругом, с одним лучом, падающим вниз

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ «ВИФЛЕЕМСКОЙ ЗВЕЗДЫ»

Для астрономической интерпретации «Вифлеемской звезды», прежде всего укажем координаты – геоцентрические долготы (λ) и геоцентрические широты (φ) – Иерусалима и Вифлеема [2].

Иерусалим: $\lambda = 35^{\circ}12'58.7''$ в. д., $\varphi = 31^{\circ}46'8.4''$ с. ш.

Вифлеем: $\lambda = 35^{\circ}12'22''$ в. д., $\varphi = 31^{\circ}42'16''$ с. ш.

Рассмотрим галактики, звезды, планеты, кометы, метеорные потоки, болиды, затмения; их сочетания [2] – которые являются кандидатами на роль Вифлеемской звезды [1, 2].

1. Комета Галлея

12 год до н. э., октябрь – Подробное описание перемещения кометы по небосводу с указанием дат и ближайших к траектории ярких звезд в течение почти двух месяцев содержится в «Трактате о пяти фазах» исторической хроники китайской династии Хань «Ханьшу», завершенной по разным источникам в конце первого – начале второго века н. э. Сообщение о наблюдении кометы в течение нескольких дней над Римом без указания дат приводится у историка III века Диона Кассия в книге «Римская история». Эта комета могла послужить прообразом для Вифлеемской звезды (рис. 6).



Рис. 6. Комета Галлея (фото 1986 г.)

2. Соединение Юпитера и Сатурна в созвездии Рыб 15 ноября 7 года до н. э., Иерусалим, 15 ч. 30 мин. UT. (рис. 7).

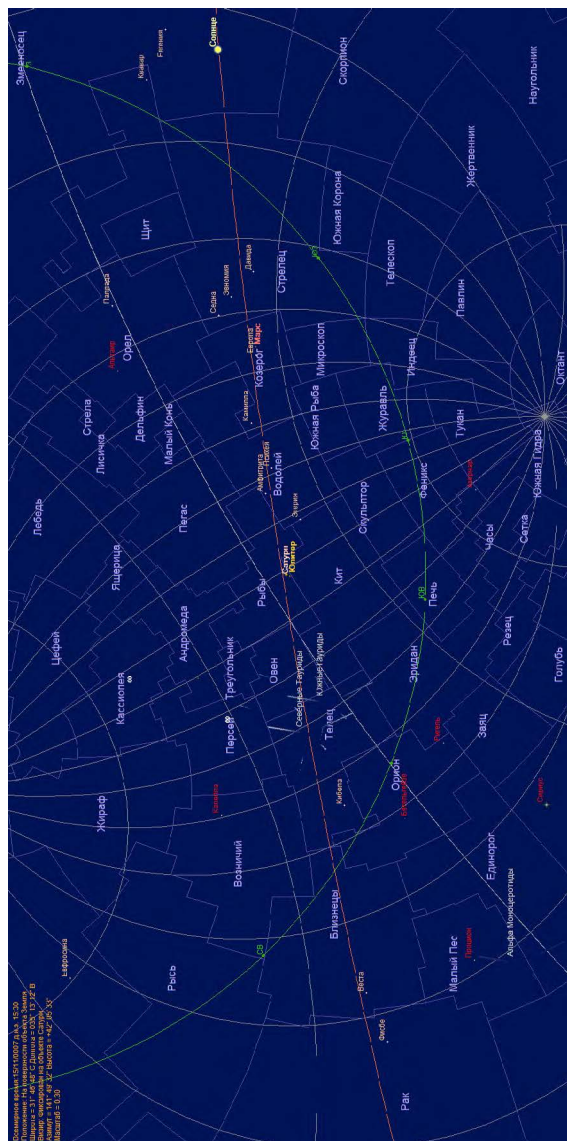


Рис. 7. Соединение Юпитера и Сатурна в созвездии Рыб 15 ноября 7 г. до н. э., 15 ч. 30 мин. UT. (Иерусалим)

3. Соединение Юпитера, Сатурна и Марса в начале марта 6 года до н. э. Созвездие Рыб (Иоганн Кеплер); Иерусалим, 16 ч. 30 мин. UT.

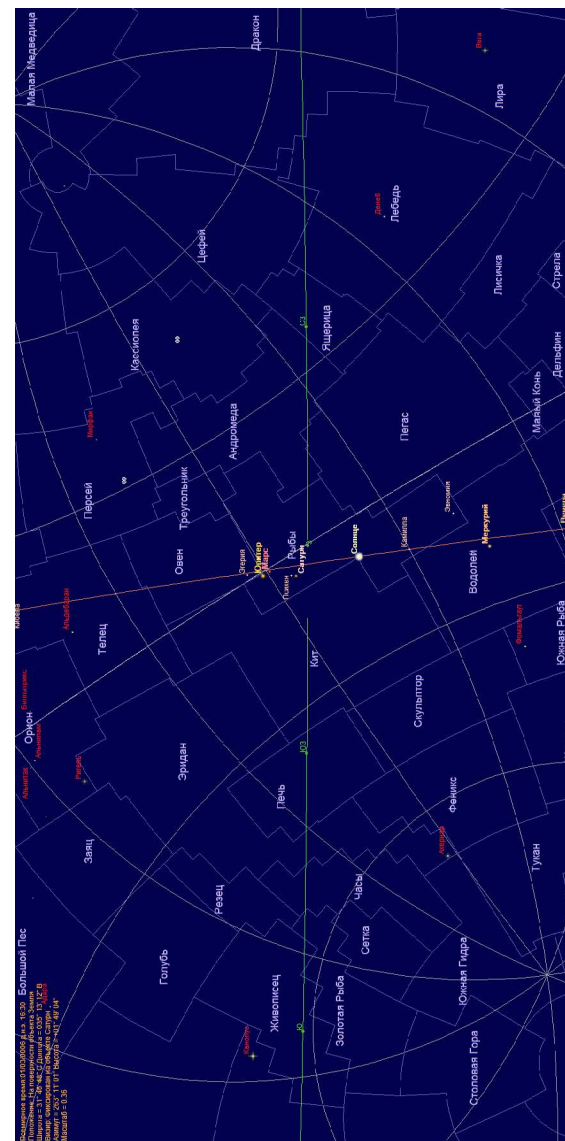


Рис. 8. Соединение Юпитера, Сатурна и Марса в начале марта 6 г. до н. э. Созвездие Рыб (Иоганн Кеплер); 16 ч. 30 мин. UT. (Иерусалим)

4. Соединение Юпитера с Регулом и Венерой в созвездии Льва. Иерусалим, 12 августа 3 года до н. э. 2 ч. UT.



Рис. 9. Соединение Юпитера с Регулом и Венерой в созвездии Льва.
12 августа 3 г. до н. э. 2 ч. UT. (Иерусалим)

5. Соединение Венеры с Юпитером, (Регулом, Меркурием), в созвездии Льва. 17.06.2 г. до н. э., Иерусалим, 18 ч. UT.

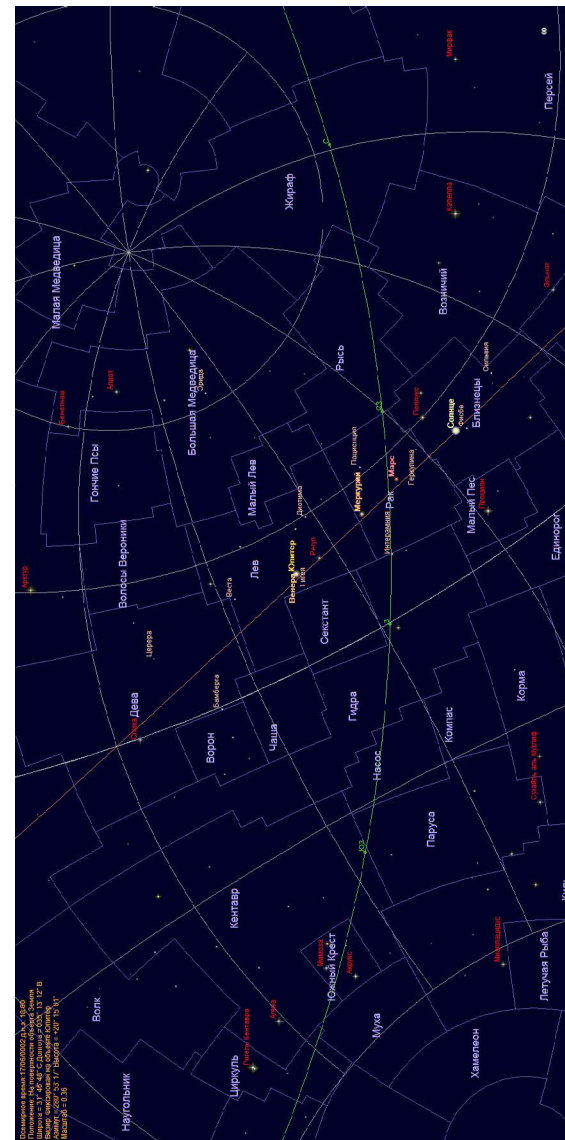


Рис. 10. Соединение Венеры с Юпитером, (Регулом, Меркурием),
в созвездии Льва, 17 июня 2 г. до н. э., 18 ч. UT. (Иерусалим)

6. 27 декабря 2 года до н. э. остановка Юпитера среди звезд в результате обычного перехода с прямого движения на попятное. 20 час. UT, Иерусалим. (По австралийскому ученому Дэйву Ренеке);

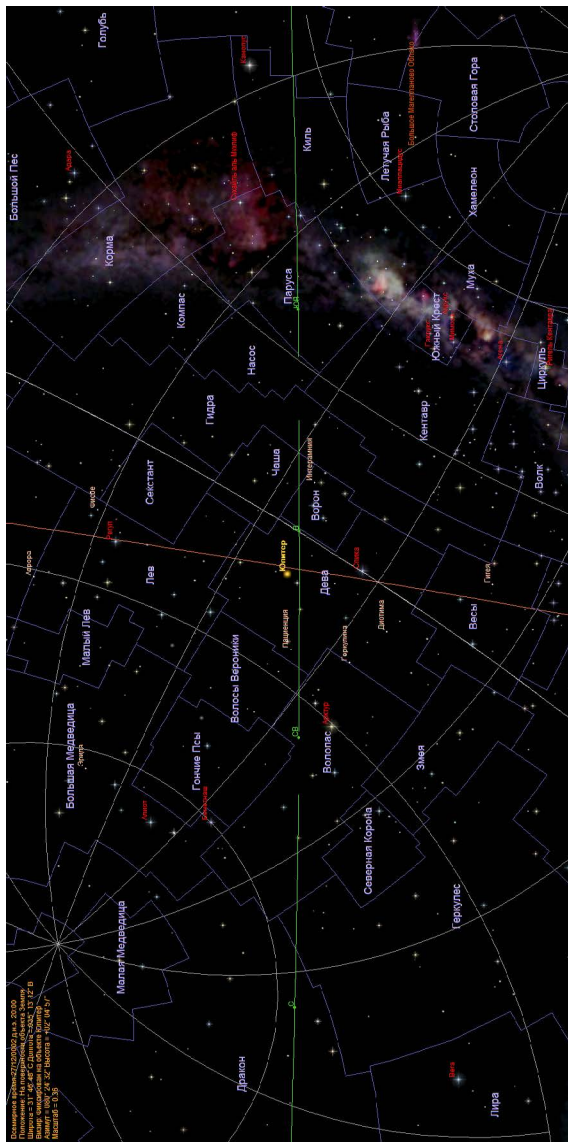


Рис. 11. Остановка Юпитера среди звезд в результате обычного перехода с прямого движения на попятное. 27 декабря 2 г. до н. э., 20 час., UT. Иерусалим

7. Новая звезда, вспыхнувшая близ беты Козерога – наблюдалась в течение 70 дней весной 5 года до н. э. (известна по китайским и корейским летописям)

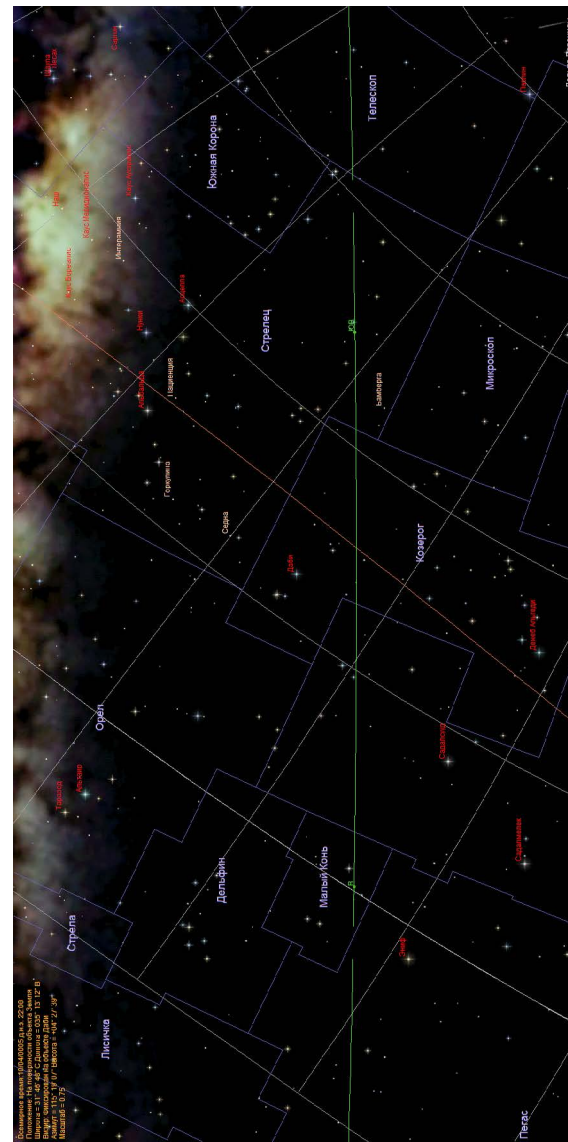


Рис. 12. Новая звезда (Бета Козерога) 10 апреля 5 г. до н. э., 22 час., UT. Иерусалим

8. Сверхновая, аналогичная сверхновой Тихо Браге –
(по Джероламо Кардано – в галактике Андромеды). (рис. 13)

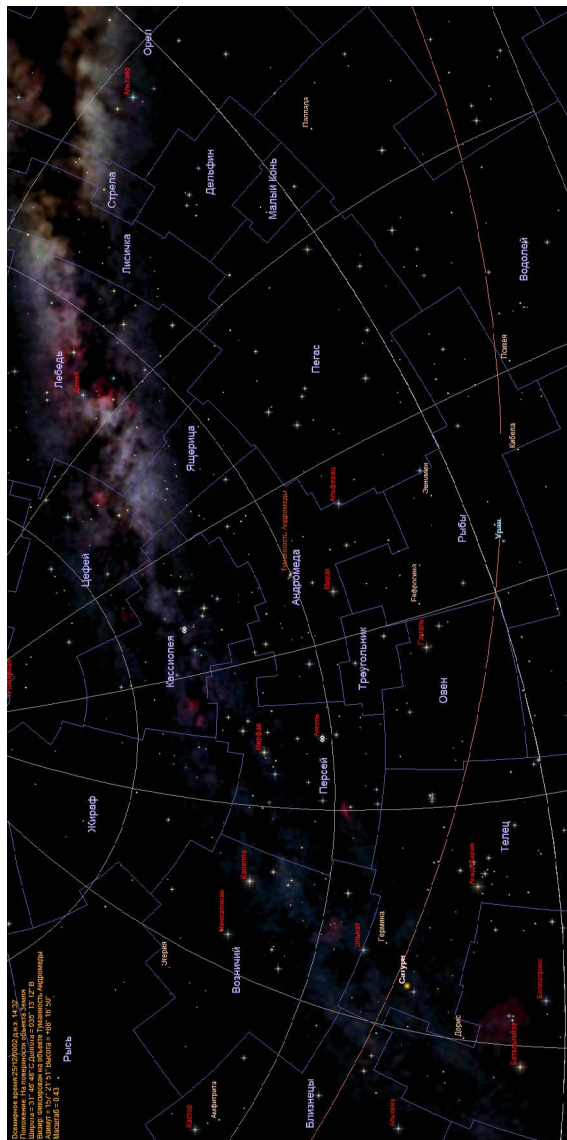


Рис. 13. Сверхновая Андромеды (?) над Вифлеемом
25 декабря 2 г. до н. э., 14 ч. 32 мин. UT

9. Новая звезда в созвездии Ориона – между 5 и 3 годами до н. э.
(по китайским и персидским источникам);

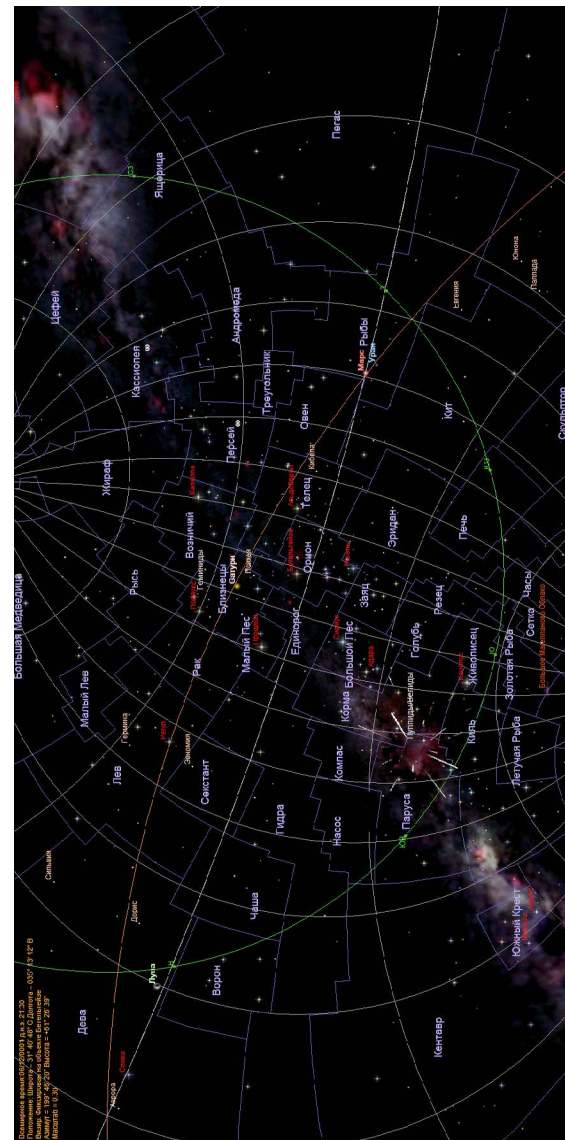


Рис. 14. Новая Ориона 5-3 г. до н. э.
Сатурн в противостоянии 6 декабря 1 г. до н. э. в кульминации
(Иерусалим, 21 ч. 30 мин. UT). Метеорные потоки, лунное затмение 29 декабря

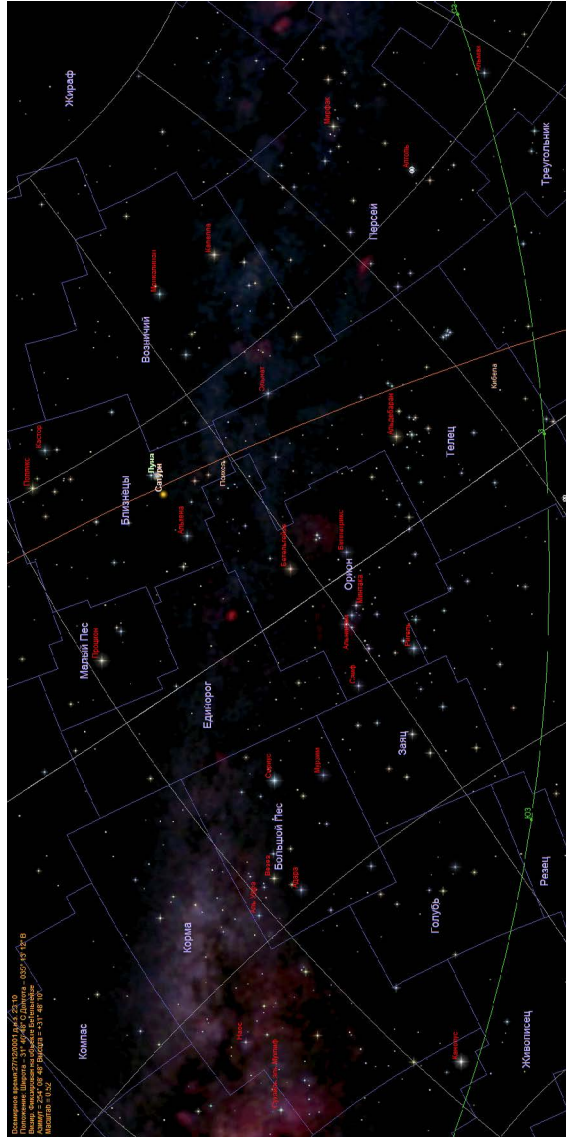


Рис. 15. Сатурн вблизи Луны (созвездие Близнецов)
27 декабря 1 г. до н. э., 23 ч. 30 мин. UT. (Иерусалим)

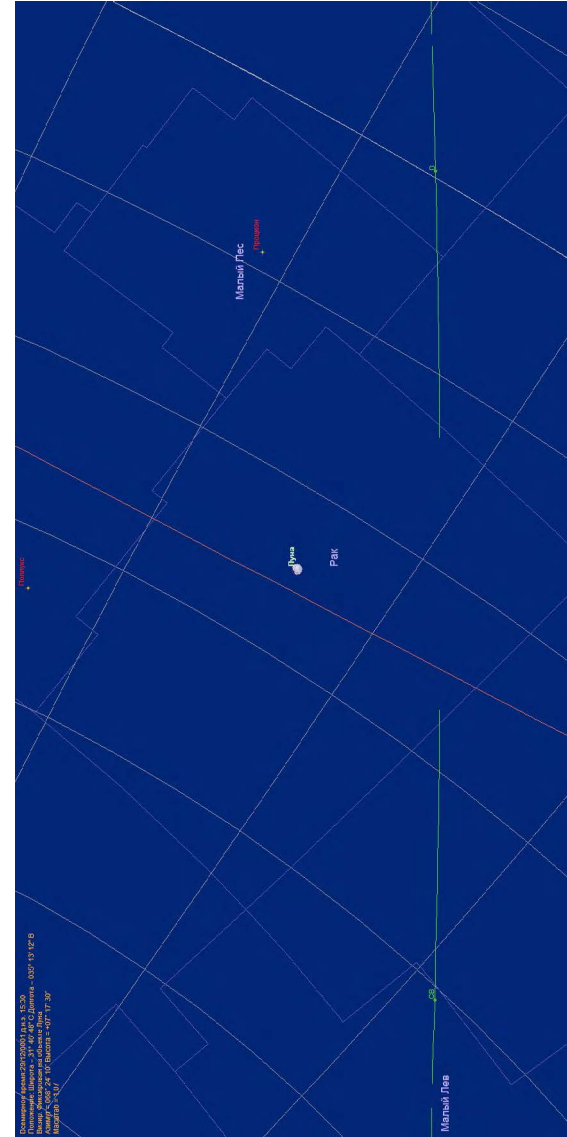


Рис. 16. Лунное затмение (Иерусалим).
29 декабря 1 г. до н. э., 15 ч. 30 мин. UT. (созвездие Рака)

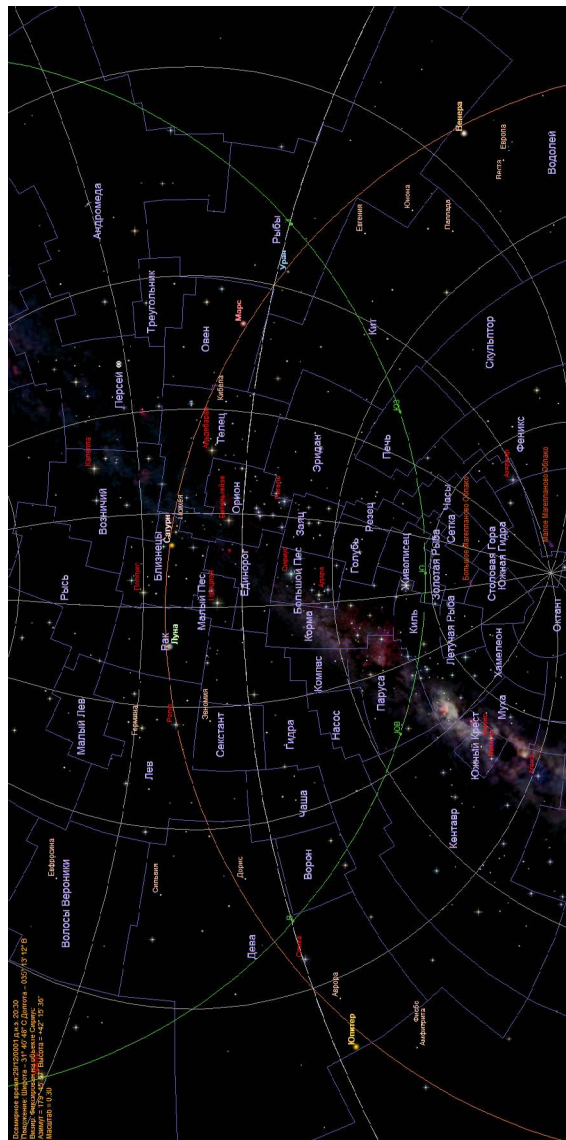


Рис. 17. Сатурн, Сирius, Орион (кульминации)
29 декабря 1 г. до н. э., 20 ч. 30 мин. UT. (Иерусалим)

10. Нетрадиционные модели Вифлеемской звезды

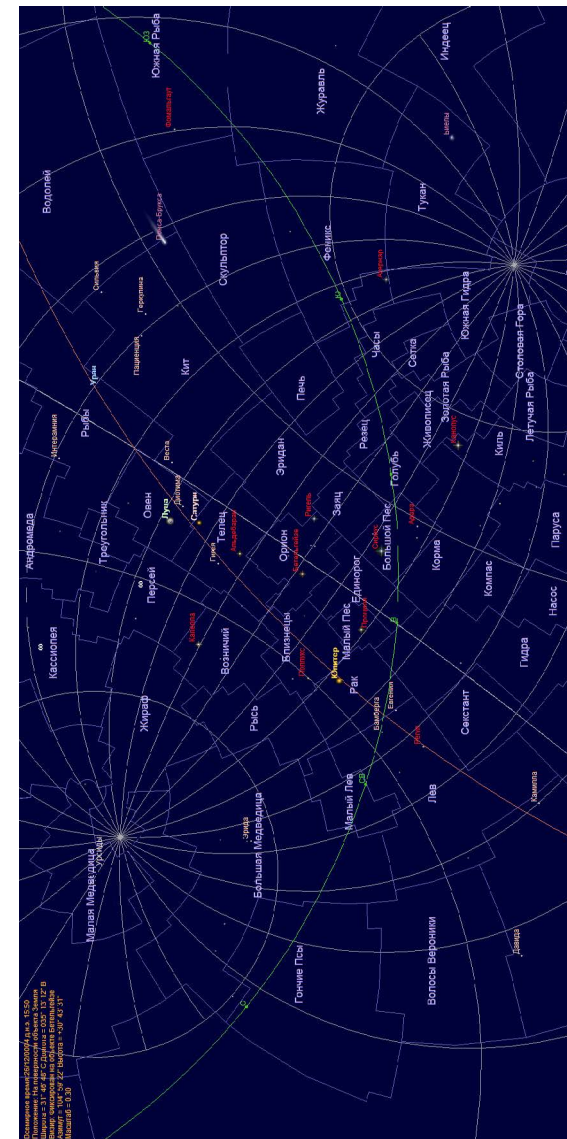


Рис. 18. Юпитер в противостоянии (Иерусалим)
26 декабря 4 г. до н. э. Восход 15 ч. 50 мин. UT

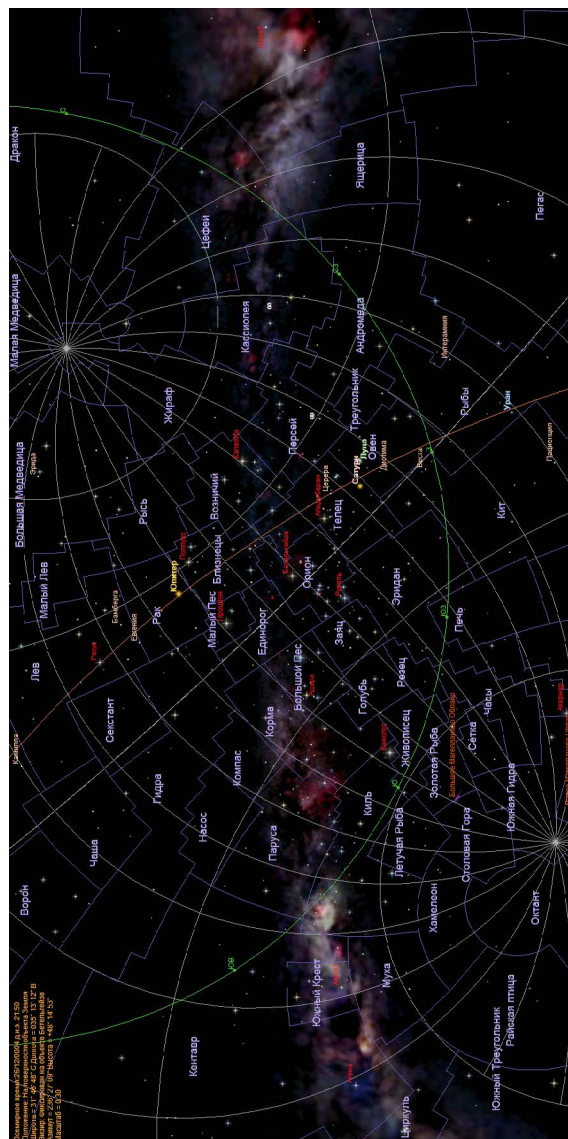


Рис. 19. Юпитер в противостоянии (Иерусалим)
26 декабря 4 г. до н. э. **Кульминация** 21 ч. 50 мин. УТ. $h = 83^\circ$ (над местом!)

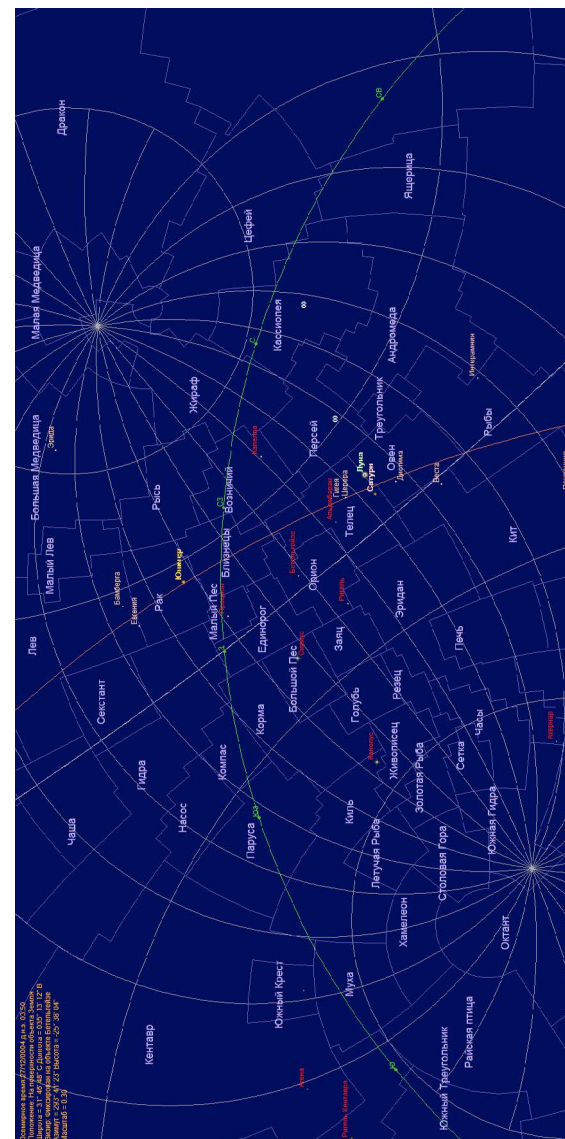


Рис. 20. Юпитер в противостоянии.
27 декабря 4 г. до н. э. Заход. 03 ч. 50 мин. УТ. (Иерусалим)

Метеорные потоки – Тауриды

Рис. 22. **Юпитер** ($h = 66^\circ$), **Сатурн**, **Татуиды**. (Иерусалим).
04 ноября 6 г. до н. э., 20 ч. 30 мин. UT

Рис. 23. Кометы: Понса-Брукса, Биззлы, Венера, Метеорный поток Фенициды.
7 декабря 4 г. до н. э., 15 ч. 30 мин. UT

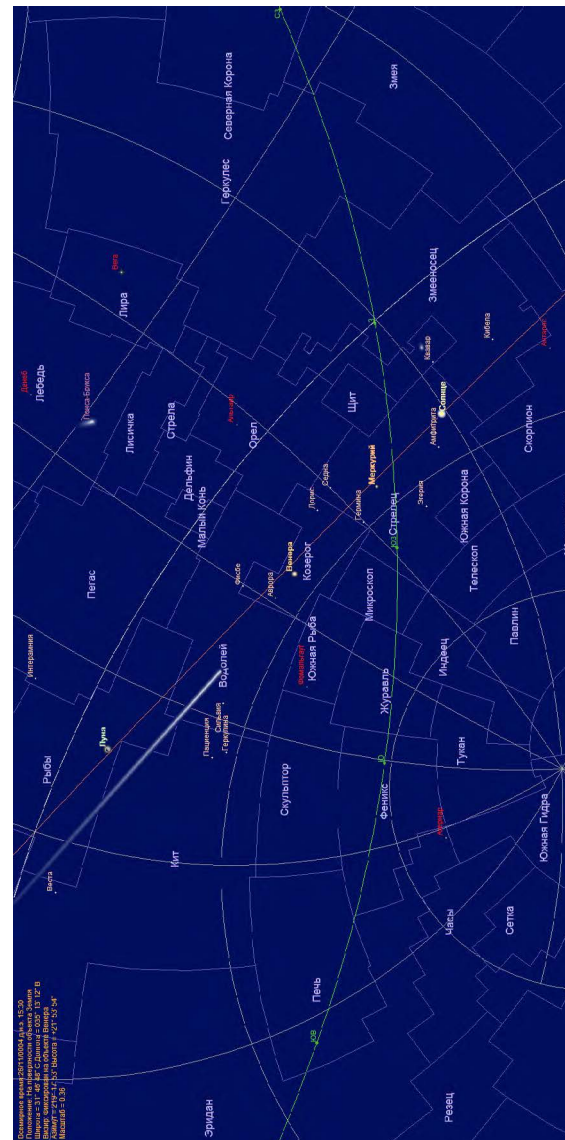


Рис. 24. Кометы: Понса-Брукса–слабая; Биэлы-яркая. Венера. Меркурий. 26 ноября 4 г. до н. э., 15 ч. 30 мин. UT

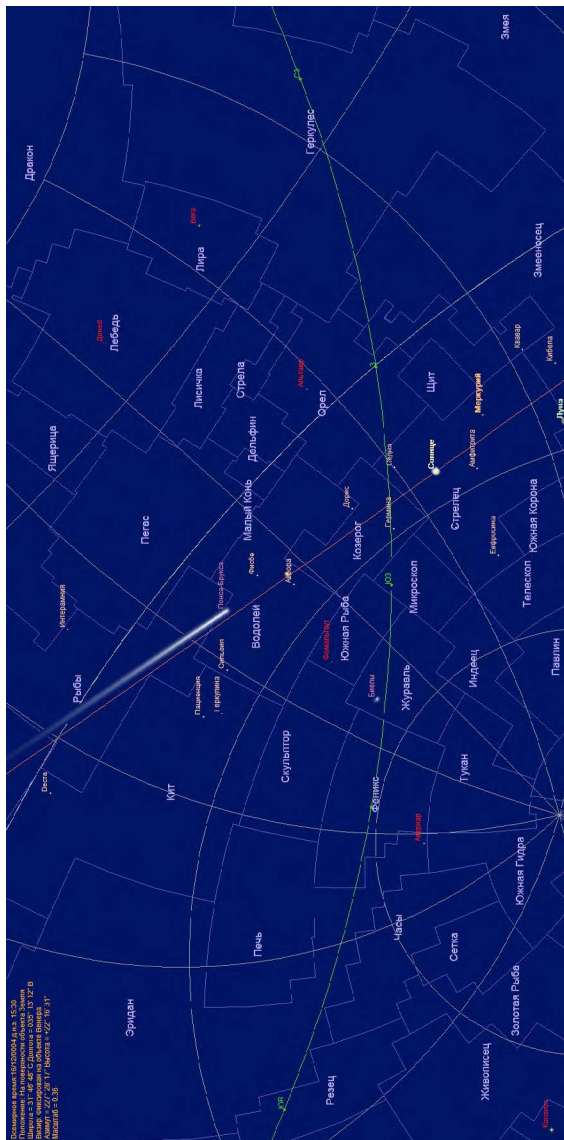


Рис. 25. Кометы: Понса-Брукса–яркая, Биэлы–слабая. Венера.
16 декабря 4 г. до н. э., 15 ч. 30 мин. UT

В астрономии к Вифлеемской звезде возможно отнести:

1. Небесные явления, наблюдавшиеся в Вифлееме с 6 по 1 г. до н. э.
2. Даты этих явлений приходятся, в основном, на ноябрь–декабрь, но есть даты «весенние» и «летние».
3. Исторически, небесные тела: Юпитер, Сатурн, Марс, Венера, комета Галлея, новые и сверхновые звезды в Орионе, Козе-роге, Андромеде, звезды Регул и Сириус.

Электронные планетарии позволили впервые выделить ряд новых объектов и феноменов для интерпретации Вифлеемской звезды: противостояния ярких планет-гигантов и их околозенитные наблюдения; яркие планеты вблизи радиантов метеорных потоков; кометы Понса-Брукса и Биэлы с недельным ростом и уменьшением блеска. При этом весь текст из Евангелия от Матфея не удастся связать с одним небесным телом.

Астрономическое образование и просвещение в рамках федеральных государственных образовательных стандартов

 **Кравец 3. И.**

 **МОУ Константиновская СШ**
Тутаевского муниципального района

В июне 2017 года министром образования Ольгой Юрьевной Васильевой был подписан приказ «О внесении изменений в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования», согласно которому стандарты дополнялись еще одним стандартом среднего (полного) общего образования: по астрономии на базовом уровне изучения. Иными словами, предмет «Астрономия» вернулся в школы после 20-летнего перерыва.

В одном из своих интервью министр говорила о недопустимости отсутствия данного предмета в учебных планах российских школ, ведь наша страна является правопреемницей всех побед Советского Союза в освоении космического пространства. Мы в космосе были первыми!

Низкие знания показали учащиеся 11 класса уже на первых уроках астрономии. Азы астрономии, которые получили дети в начальной школе на уроках по окружающему миру, в пятом классе на уроках по природоведению, по географии, в 9-м классе на уроках физики и предпрофильном курсе «Что мы знаем о небесных телах», к сожалению, оказались недостаточными для осознания принципиальной роли астрономии в познании фундаментальных законов природы и процесса формирования современной естественнонаучной картины мира. Они могут выступать только начальным звеном к более серьезному изучению астрономии как науки.

Думаю, со мной согласятся многие учителя, преподающие астрономию, что и введенного одного часа в 10-м или 11-м классах недостаточно для достижения тех целей, которые прописаны в содержании стандарта.

Поурочно-тематическое планирование предполагает изучение нового материала каждый урок, очень ограничены по времени учителя в решении астрономических задач, в выполнении практических работ и тем более нет времени на проведение вечерних экскурсий с целью наблюдения звездного неба.

Понимая, что интерес к астрономии можно и нужно прививать учащимся как можно раньше, я начала эту работу с 5 класса.

Очень удобным вариантом для развития астрономического образования в школе является использование часов, отведенных в учебном плане на внеурочную деятельность. Двухгодичный курс «Основы астрономии. Солнечная система» посещали учащиеся не только 5-6-х, но и 7-8-х классов.

Из предлагаемых десяти направлений в работе с учащимися в рамках внеурочной деятельности мною для реализации намеченных планов выбраны два: общеинтеллектуальное и проектная деятельность.

Проектная деятельность реализуется через выполнение и защиту индивидуального образовательного проекта учащимися: как в школе, так и на ежегодной муниципальной конференции «Наука. Творчество. Искусство». Максимальное количество баллов при защите набирали такие проекты, как «Наш адрес во Вселенной» (Дьяконенков Кирилл, 5 класс), «Солнечный ветер: явление в Солнечной системе и влияние на Землю» (Горячева Анастасия, 7 класс), «Хвостатые странники Вселенной» (Дьяконенков Кирилл, 7 класс), «Прогулка по звездному небу» (Боброва Ксения, 6 класс), «Вояджеры: земные странники Вселенной» (Галочкин Рафаэль, 7 класс). Готовятся к защите в следующем учебном году «Наш звездный дом – Млечный путь» (Ионин Александр, 6 класс), «Звездный ветер» (Горячева Анастасия, 9 класс), «Телескопы на околоземной орбите» (Дьяконенков Кирилл, 9 класс), «Астероиды – малые тела Солнечной системы» (Паламарчук Анастасия, 6 класс).

Общеинтеллектуальное направление успешно реализуется, в первую очередь, через социальное партнерство с Государствен-

ным автономным учреждением культуры Ярославской области «Культурно-просветительский центр имени В. В. Терешковой».

С 2018 года стало хорошей традицией участие моих учащихся во многих мероприятиях Ярославского планетария:

- Межрегиональной конференции школьников «Дорога к звездам». Два года подряд (2018, 2019) учащиеся становились обладателями диплома второй степени.
- Региональном фотоконкурсе «Земля и небо». Два года подряд (2018, 2019) среди моих участников были лауреаты.
- Мероприятиях, посвященных Дню Российской науки.
- Вечерах астрономических вопросов и ответов, на которых презентовались книги А.И.Хомякова, Н.И. Перова.
- Церемониях закладки именных звезд на «Аллее космонавтов».
- Встречах с космонавтами.
- Просмотрах полнокупольных фильмов.

Ежегодно школьники посещают музей «Космос» имени В. В. Терешковой в селе Никульское Ярославской области, знакомятся с его интереснейшими экспонатами. Дети с увлечением слушают рассказ экскурсовода о биографии первой женщины-космонавта, начале космической эры и великих достижениях нашей страны.

Все мероприятия, которые посещают учащиеся, имеют огромное воспитательное значение, прививают чувство патриотизма, любовь к своей стране, повышают учебную мотивацию, способствуют формированию научного мировоззрения.

К Дню космонавтики в апреле 2020 года большой успех среди учащихся, их родителей и учителей двух школ Тутаевского муниципального района имел фотоконкурс «Взгляни на небо», проведенный в добрых традициях Ярославского планетария. В следующем учебном году данное мероприятие будет выведено на муниципальный уровень.

В настоящее время в мероприятиях, позволяющих учащимся приобретать астрономические знания, участвуют дети 5–11 классов.

Проведение моего мастер-класса на региональной конференции «ФГОС СОО: управленческие решения и образовательные

практики» 27 февраля 2019 года показало актуальность астрономического образования для педагогов, востребованность подготовленной информации. Я открыта для диалога со всеми заинтересованными в данном вопросе людьми, поделюсь опытом своей работы.

В мои планы по развитию астрономического образования и просвещения входит вовлечение большего количества учащихся школы и их родителей в реализацию проектов по астрономии с использованием новых информационных технологий, проведение наблюдений звездного неба с помощью телескопа, участие в конкурсах, олимпиадах и, конечно, наше дальнейшее тесное сотрудничество с Центром имени В. В. Терешковой.

Опыт работы Планетария Самарского университета как структурного подразделения крупнейшего ВУЗа региона

 **Феоктистова И. А.**

 Межвузовский гуманитарный центр Самарского университета, Планетарий Самарского университета

Планетарий Самарского университета начал свою работу в октябре 2018 года, как отдельное структурное подразделение он был оформлен в сентябре 2019 года.

Планетарий имеет в наличии помещение с проектором, акустической и компьютерной техникой, каркасным куполом диаметром 6 метров. Под куполом могут быть одновременно размещены 35 человек. Осуществляется показ полнокупольных программ с использованием программы Stellarium и полнокупольных фильмов с открытой лицензией.

При Планетарии работают кружки по астрономии и радиоэлектронике. Планетарий проводит мастер-классы и конференции, а также участвует в мероприятиях, организованных Самарским университетом (Фестиваль науки, Международная аэрокосмическая школа и т. д.). Планетарий находится на частичном финансировании университетом и имеет возможность осуществлять коммерческую деятельность.

Особенность работы Планетария как подразделения высшего учебного заведения накладывает определенный отпечаток на организацию и проведение различных мероприятий.

Преимущество его функционирования как структурного подразделения Самарского университета заключается в том, что Планетарий имеет возможность привлекать информационные и материальные ресурсы университета. Это привлечение волонтерских организаций,

информационных ресурсов (сайт Самарского университета, группы Самарского университета в социальных сетях, поддержка Департамента образования, министерства образования и т. д.), поддержка молодежных аэрокосмических организаций университета, музейных центров университета, финансирование со стороны университета. В свою очередь Планетарий обеспечивает повышение имиджа Самарского университета, узнаваемость бренда, привлечение перспективных абитуриентов на различные специальности.

Так, при организации и проведении Фестиваля «СамАстро-2019» и II международной конференции «СамАстро-2019» были использованы все перечисленные ресурсы.

Опыт планетария Самарского университета может быть распространен не только на планетарии, функционирующие при учебных заведениях. В условиях развития информационного сообщества все большее внимание уделяется взаимодействию различных образовательных структур. Университеты заинтересованы в привлечении перспективных абитуриентов и поисков новых форм интерактивных и познавательных мероприятий в глобальной сети Интернет, а планетарии заинтересованы в продвижении и популяризации своих услуг.

В качестве одной из возможных точек взаимодействия можно порекомендовать проведение совместных конференций, олимпиад, фестивалей и других форм мероприятий как в офлайн, так и в онлайн-режиме с присвоением вузами дополнительных баллов абитуриентам при поступлении на определенные специальности. Это может привлечь дополнительное количество участников как для участия в мероприятиях, так и при подготовке исследовательских работ в астрономические кружки.

Совместное мероприятие будет также обеспечено информационной поддержкой со стороны нескольких организаций. Привлечение к проведению подобных астрономических мероприятий НИИ, музеев, обсерваторий и других организаций, как городских, так и из регионов РФ (возможно в онлайн-режиме) расширит масштаб мероприятий и повысит статус мероприятия.

В качестве примера подобного сотрудничества приводим организацию и проведение **II Международной конференции научных работ школьников «СамАстро-2019».**

Международная конференция была организована Планетарием Самарского университета при поддержке Межвузовского гуманитарного музейного центра 16-17 ноября 2019 года в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С. П. Королёва.

Конференция проходила 2 дня, в течение которых участники и гости Конференции смогли познакомиться не только с Планетарием Самарского университета, но и с различными площадками университета, на которых функционируют несколько музеев, исследовательских центров и учебных корпусов. Для повышения статуса мероприятия на торжественном открытии была организована концертная программа для гостей и участников Конференции, приглашены СМИ Самары и Самарского университета и представители министерства образования и науки Самарской области.

16 ноября 2019 года состоялся очный тур Конференции, где проходила работа не только в технических, но и в гуманитарных секциях. Ребята показали свои знания в секциях «Космонавтика», «Астрономия», «Научно-популярный видеофильм и астрофотография», «Научно-фантастическое произведение» и «Художественный перевод научной фантастики».

Для гостей и участников конференции с 16 по 17 ноября 2019 года была проведена экскурсионная программа с посещением музеев Авиации и космонавтики имени С. П. Королёва, Центра истории авиационных двигателей и музея имени В. Грушина. Организованы лекция-экскурсия в Планетарии Самарского университета, круглый стол для преподавателей астрономии по наиболее волнующим вопросам преподавания и популяризации астрономии в России и за рубежом, организованы и проведены мастер-классы по наблюдательной астрономии, открытая научно-популярная лекция по астрономии: «Как стать астрономом-любителем? Первые шаги в изучении объектов Вселенной».

Всего для участия в конференции было зарегистрировано 130 представителей от более чем 40 организаций Самары, Самарской области, других регионов России. Также были представлены работы из Республики Казахстан и Республики Беларусь. Конференцию посетили 13 иностранных гостей и участников из Беларуси и Казахстана из следующих организаций.

1. Детский астрономический клуб «Галилео» Минского государственного дворца творчества детей и молодежи.
2. Назарбаев. Интеллектуальная школа физико-математического направления, Республика Казахстан, г. Актюбэ.
3. Республика Казахстан. ГААП «Актюбинский областной планетарий».

Опыт проведения подобного международного мероприятия показал большие перспективы совместной работы и эффективного взаимодействия высших образовательных учреждений и планетариев при популяризации астрономического и аэрокосмического образования.

КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ



Дополнительное космическое образование молодежи в Космоцентре Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина

 **Васильева Г. А.**

 **ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина», Звёздный городок**

В современных условиях становится востребованным образование детей и молодежи, направленное на формирование так называемых ключевых компетентностей, которые необходимы во всех сферах профессиональной деятельности. Попытки решить эти проблемы предпринимаются с помощью профильного обучения. Однако на сегодняшний день задача профилизации школы не решена, что и обуславливает поиск других путей решения этого вопроса [3].

Создание и развитие космоцентров в рамках дополнительного образования школьников обладает широкими потенциальными возможностями и условиями для формирования ключевых компетентностей, для подготовки к принятию решения о выборе сферы будущей профессиональной деятельности.

Профориентационная работа с молодежью является одним из приоритетных направлений молодежного образовательного Космоцентра, созданного и успешно функционирующего с 2011 года на базе Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

За 9 лет работы в Космоцентре побывало более 15 тысяч школьников и студентов из различных регионов России. Так, в 2019 году НИИ ЦПК посетило 673 экскурсионных групп, а в Космоцентре были проведены 115 интерактивных и образовательных мероприятий для более чем трех тысяч российских и иностранных граждан [2].

Возможности Космоцентра, в котором реализуются самые современные инновационные образовательные технологии, позво-

ляют посетителям совершить на Земле полный цикл космического полета на интерактивных аналогах – тренажерах космического транспортного корабля и модулях Российского сегмента Международной космической станции (МКС), активно использовать динамические и статические тренажеры, имеющиеся космические экспонаты, осуществлять координационные действия из виртуального центра управления полетами и т. д.

Как показал опыт работы, использование аналогов реальной космической техники сделало их посещение привлекательным для молодежи.

Комплекс программно-технических средств, имеющийся в арсенале Космоцентра, позволяет проводить различные виды занятий со школьниками и студентами: теоретические, практические, проектные, исследовательские, а также эффективно организовать тренажную подготовку.

Специалистами были разработаны и реализуются дополнительные общеразвивающие программы, которые расширяют и углубляют знания учащихся по школьным предметам: астрономии, физике, математике, информатике; приобщают молодежь к работам в области информационных технологий и робототехники; способствуют профессиональной ориентации школьников; обеспечивают получение новых знаний и умений в области создания программных и технических систем.

В настоящее время важное значение для учащихся имеет осуществление пробы себя в профессии [1]. Космоцентр представляет собой инновационную площадку для вхождения в профессию космонавта, бортинженера, оператора, исследователя и т. д. Тем самым, у подростков формируется представление о специфике работы людей в космосе, повышается интерес к расширению представлений о характере труда и направлениях их профессиональной деятельности. Для этого активно применяются игровые формы, которые позволяют наименее ресурсозатратным способом создать «естественную среду» (условия деятельности, максимально приближенные к реальным) для формирования у школьников компетентностей, необходимых в условиях подготовки и осуществления виртуального космического полета. Кроме того, ролевая игра, как модель жизни, как имитация реальной действительности, позволя-

ет учащимся освоиться в решении проблем, с которыми они могут столкнуться в будущей жизни и при выборе профессии [4].

Содержание работы специалистов Космоцентра заключается в организации деятельности по следующим направлениям:

1. работа с аудиторией в соответствии с программным экскурсионным маршрутом;
2. развитие у посетителей способности воспринимать предложенную информацию, понимать язык космической экспозиции (экспонатов);
3. воспитание эмоций, развитие воображения и фантазии, творческой активности и интереса;
4. создание определенных условий, при которых работа с аудиторией протекала бы наиболее эффективно;
5. использование и популяризация тренажерного обучающего комплекса для дополнительного космического образования молодежи.

Информирование – первый этап освоения предлагаемой информации, т. е. первичное получение сведений о Космоцентре, составе и содержании его технической базы, отдельных экспонатов. Оно осуществляется как с помощью традиционных форм работы, так и с использованием инновационных информационных технологий.

Обучение – вторая ступень освоения информации на качественно новом уровне, включающая в себя передачу и усвоение знаний о достижениях в космической отрасли, а также приобретение определенных умений и навыков в процессе коммуникации наших специалистов с посетителями. Обучение предполагает получение дополнительных, либо альтернативных знаний, которые невозможно или не в полной мере можно получить из других источников. Отличительные черты обучения – неформальность и добровольность. Особенностью обучения является возможность школьникам максимально реализовать свои способности и интересы, оно стимулируется экспрессивностью, разнообразием и подлинностью экспонатов, комплексов и т. д. Обучение осуществляется в форме экскурсий, лекционных занятий.

Развитие творческих способностей – высшая, третья ступень постижения предлагаемой информации. Среда Космоцентра ис-

пользуется для выявления наклонностей и раскрытия творческого потенциала личности, активного погружения в систему космического образования. Это направление реализуется посредством общеразвивающих программ, с использованием различных игровых форм, викторин, квестов, и т. д. Такие занятия развивают творческие возможности, дают определенную ориентацию в жизни и формируют профориентационный выбор.

Космоцентр предоставляет широкие возможности как для получения информации, так и для содержательного, увлекательного и неформального межличностного общения.

С этой целью наши специалисты организуют встречи с космонавтами, учеными, преподавательским составом, представителями различных служб Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

Исходя из опыта работы, чаще всего удачные формы технологий дополнительного космического образования имеют комплексный характер. Они совершенствуются и развиваются с течением времени. Основной принцип любой формы деятельности с подростками является предоставление им возможности заниматься тем, что их интересует, создание условий для самореализации. При этом также учитываются психологические, возрастные, национальные особенности разных категорий посетителей. Эффективность этой работы зависит от взаимодействия Космоцентра с различными образовательными организациями (в том числе профильными): школами, колледжами, высшими учебными заведениями.

Следует отметить, что в Центре подготовки космонавтов организуются и проводятся различные профориентационные мероприятия для молодежи, в частности, в 2019 году: проведен XVII международный конкурс научно-технических и художественных проектов по космонавтике «Звездная эстафета» и 4-й ежегодный открытый конкурс на получение стипендий имени Ю. А. Гагарина, подготовлена молодежная команда-участник VI Национального чемпионата сквозных рабочих профессий высокотехнологичных отраслей промышленности WorldSkills Hi-Tech-2019 [5].



Международный конкурс
«Звездная эстафета»



Национальный чемпионат
WorldSkills Hi-Tech-2019

Таким образом, проблема привлечения детей и молодежи к космической отрасли заключается в необходимости демонстрации ее конкурентных преимуществ и предоставления широкого спектра возможностей для профессиональной самореализации.

Библиографический список

1. Александров, И. Н., Сергиенко, Л. А. Экскурсионная работа в общеобразовательной школе. // Молодой ученый. – 2013. – №9. – С. 350–352.
2. Власов, П. Н. 60 лет ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина» – задел на будущее. // Пилотируемые полеты в космос. – 2020. – № 1(34). – С. 7–26.
3. Селиванова, З. Л. Ранняя профориентация как научная задача государственной политики. // Социология. – 2016. – №4. – С. 136–140.
4. Справочные материалы по организации экскурсионной деятельности в образовательных учреждениях. – Ростов-на-Дону, 2015.
5. Информационный источник: <http://www.gctc.ru/>

Значение подростковых клубов в космическом воспитании молодежи

 **Ронкина А. Ю.**

 *руководитель Юношеского клуба космонавтики имени Г. С. Титова, ГБНОУ «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»*

Завтрашний день российского космоса зависит от людей, которые сегодня ходят в школу и только задумываются о будущей профессии. Необходимо приложить усилия, чтобы сориентировать молодежь, показать важность и значимость аэрокосмического образования, подготовить их к нелегкому каждодневному труду. С этой задачей более 55 лет успешно справляется Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова (ЮКК). Он является единственным подобным клубом в городе, объединяя свыше 150 старшеклассников. Своей богатой историей, насыщенным сегодняшним днем и большими перспективами на будущее, ЮКК доказал, что именно создание Клубов космонавтики может стать важным в деле космического образования и просвещения молодежи.

Юношеский клуб космонавтики был открыт в 1961 году после полета второго советского космонавта – Германа Титова, и стал вторым в городе Ленинграде. Всего в 60-е годы в городе было создано 5 подобных клубов.

Изучив их деятельность и проанализировав причины закрытия подавляющего большинства из них, можно сделать несколько предположений о том, что оказалось важным и значимым для успешного развития ЮКК, и на примере этого рассмотреть, какие условия должны быть соблюдены для результативного космического образования молодежи.

ПОДДЕРЖКА СО СТОРОНЫ ГОСУДАРСТВА И ГОРОДА

Начиная с 1961 года, клубы юных космонавтов получали большую помощь в осуществлении своей деятельности со стороны страны и города. Занятия проводились профессорами и доцентами на базах ВУЗов Ленинграда. Были организованы встречи с космонавтами, совместные праздники, парады по Невскому проспекту.



Парад Клубов юных космонавтов по Невскому проспекту, 1963 год

На протяжении работы клуба наши учащиеся побывали на космодромах Байконур и Плесецк, неоднократно посещали Звёздный городок и Центр подготовки космонавтов, традиционно принимают участие в аэрокосмических сменах ВДЦ «Орленок» и МДЦ «Артек».

Очень важным фактором является то, что всегда вся деятельность клуба была бесплатной. Это позволяет ребенку заниматься исключительно по его желанию и интересам, а не в соответствии с материальными возможностями.

СОЗДАНИЕ КЛУБОВ КОСМОНАВТИКИ

Важным моментом является создание Клубов, а не отдельных кружков.

Клубы могут обеспечить *системность и комплексность образования*. Наши учащиеся получают базовые знания на первом году обучения, закончив который и познакомившись со спецификой предмета, делают осознанный выбор о продолжении профильного обучения.

Клубы обеспечивают *непрерывное образование*. ЮКК ежегодно проводит летние и осенние лагерные сборы, на которых проходят занятия, и есть возможность проведения натурных экспериментов по реализуемым в клубе проектам.

Клуб позволяет организовывать *массовую культурную жизнь* учащегося, давая ему общение и возможность самореализации.

Клубы предлагают широкий спектр мероприятий, связанных с *профориентационной работой*, выходящей за рамки проведения занятий.

Во-первых, это многочисленные *экскурсии* – в музеи и обсерватории. Мы ежегодно бываем в гостях у авиакомпании «Россия».

Во-вторых, это *профориентационные встречи* с представителями ВУЗов. Для абитуриентов регулярно проводятся встречи на различных кафедрах ведущих ВУЗов и дни открытых дверей высших учебных заведений на базе ЮКК.

В-третьих, это проведение *стажировок* на ведущих аэрокосмических предприятиях, таких как РКК «Энергия», ОКБ Сухого, НПП «Радар ммс», участие в которых требует серьезной и планомерной подготовки.

В-четвертых, связь выпускников ЮКК с клубом.

Клуб космонавтики чтит свои традиции. Уважение их и грамотное использование помогает воспитывать учащихся в духе патриотизма, формировать гражданскую позицию и желание работать на благо своей страны. Клубу важно знать свою историю, сохранять ее и знакомиться с выдающимися выпускниками. Достигнув высот в своей профессиональной деятельности, летчики, инженеры и конструктора с удовольствием возвращаются в ЮКК с рассказом о своей работе. Мы гордимся выпускниками ЮКК – космонавтом-исследователем Екатериной Ивановой и летчиком-космонавтом, Героем России Андреем Борисенко. Несомненно, знакомство с такими людьми, которые занимались в клубе ранее, поддерживает ребят в правильности выбранного пути.



На фото слева направо: Борисенко А. И., летчик-космонавт, Герой России, выпускник ЮКК 1980 года; Борисова И. А., руководитель ЮКК с 1966 по 2017 год; Иванова Е. А. – космонавт-исследователь, выпускница ЮКК 1966 года

В-пятых, Клубы способствуют проведению большой *популярнаторской работы*. В нашем случае, это традиционная познавательная игра для школьников «Космос», ежемесячные полеты под полным диспетчерским контролем на авиационных тренажерах клуба, проводимых совместно с организацией любителей виртуальной авиации IVAO, экскурсии и Дни открытых дверей.

Клубы, благодаря накопленному опыту и постоянным учащимся, имеют много возможностей для трансляции опыта. Наши воспитанники регулярно выступают на различных научно-практических конференциях в Санкт-Петербурге, Москве, Кирове, Ярославле. Мы принимаем гостей из других городов – в традиционной конференции «Человек и космос» последних лет принимали участие представители г. Ярославля и г. Новомосковска Тульской области.

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛОВ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Мы глубоко убеждены, что занятия должны вести люди, реально работающие по той специальности, которую они преподают.

Это сложно осуществить в связи с современными требованиями, но предметы, которые входят в Комплексную образовательную программу ЮКК, настолько серьезны, что никакой учитель, закончивший педагогический ВУЗ, не сможет преподавать эти дисциплины. Астрофизику в клубе читает кандидат физико-математических наук, старший сотрудник ИПА РАН; Дистанционное зондирование Земли – сотрудник СПб ГУАП; 3D-моделирование и прототипирование – предмет с практической составляющей, ведется действующим инженером-конструктором; Основы ракетно-космической техники – выпускник БГТУ «Военмех».

Присутствие в жизни учащихся профессионалов, специалистов высочайшего уровня обеспечивают должный уровень полученных знаний. Также важным моментом образовательного процесса в ЮКК служит то, что 13 из 16 педагогов клуба являются выпускниками ЮКК, прошедшие этот же путь. В этой связи очень важно предоставление возможности преподавать в сфере дополнительного образования студентам старших курсов профильных ВУЗов. С одной стороны, перед глазами учащихся будет пример целеустремленных людей, близких к ним по возрасту. С другой стороны, молодежь полна энтузиазма, у них есть желание самореализации и возможности для работы с полной самоотдачей, говоря, при этом, на одном языке с воспитанниками.

СОЗДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

Современный подход к аэрокосмическому образованию не может быть рассчитан на получения быстрого результата. Погружение в современные технологии требуют вдумчивого изучения, критического мышления и прохождения пути с получением собственного опыта ошибок. Это требует, кроме времени и сил со стороны всех участников, создания серьезной технической базы. Именно эта внешняя сторона первоначально привлекает ребят и родителей. На базе клуба работает Авиационный тренажерный комплекс и Центр связи с космическими аппаратами. Поддержание и модернизация этого требует определенных затрат, и не может быть использовано только в качестве демонстрационного материала.

Извлечение максимальной пользы возможно при грамотной организации учебного процесса, которую дает клубная система.



Малый и большой авиационные тренажеры ЮКК

Подводя итог вышесказанному, необходимо признать, что для получения результатов в деле космического образования молодежи необходимо приложить очень много усилий. Это большой путь. Но правильная организация процесса и заинтересованность всех его участников, четко выстроенный план работы и вера в собственное дело позволит пройти этот путь уверенно и с удовольствием – так, как более полувека это делает Юношеский клуб космонавтики им. Г.С. Титова Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных.

60 лет первым судам Морского Космического флота: океанским опорам Гагаринского космического моста

 **Митропов В. В.**

 *Клуб ветеранов Морского Космического флота*

 **Митропова Е. Б.**

 *Общественный музей Морского Космического флота,
ГБУК города Москвы КЦ «МИТИНО»*

Вся история развития советской космонавтики тесно связана с надежной поддержкой со стороны Отдельного Морского Командно-Измерительного Комплекса (ОМ КИК) – отряда судов, участвовавших в обеспечении полетов всех типов космических аппаратов на орбитах.

В конце 50-х годов прошлого столетия С. П. Королёв приступил к выполнению программ по запуску пилотируемых космических кораблей (КК) и первых автоматических межпланетных станций (АМС). С момента старта и до окончания полет любой космический аппарат (КА) должен быть под постоянным контролем и управляем. Баллистические расчеты показали, что большая часть траектории КА проходит над акваторией Мирового океана, а из 16-ти суточных витков 6 находятся вообще вне зоны радиовидимости с территории СССР, кроме того, над Атлантическим океаном выполняются наиболее ответственные операции – стыковки-расстыковки, торможение и спуск, а также «второй старт» – вывод на межпланетную орбиту [1]. Так 60 лет тому назад возникла объективная необходимость в расширении зоны радиовидимости наземного КИК страны

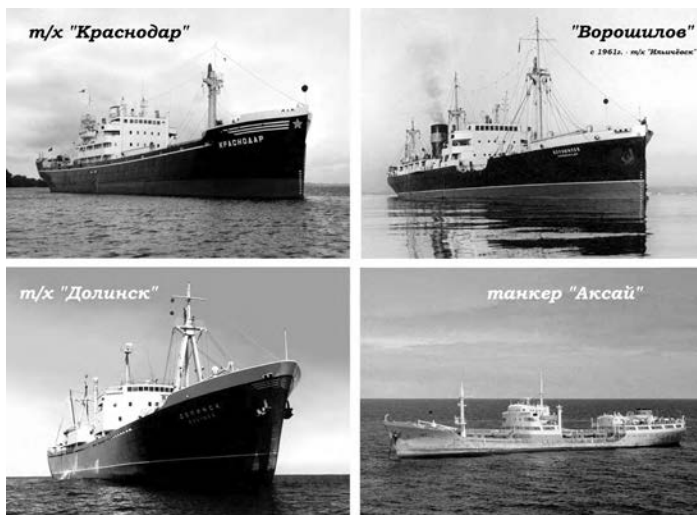
и в 1959 году С. П. Королёв и Ю. А. Мозжорин впервые предложили размещать измерительные пункты в акватории Мирового океана на океанских судах. Личный состав этих плавучих измерительных пунктов (ПИП) должны были контролировать и управлять полетами КА, а также обеспечивать радиосвязь космонавтов с Центром управления полетом (ЦУП) на витках, которые «невидимы» с территории страны.

В 1959 году НИИ-4 МО СССР занялся разработкой предложений по созданию комплекса плавучих измерительных пунктов. Группа научных сотрудников НИИ-4 под руководством старших научных сотрудников Яковлева Е.В. и Гришакова В.И. приступила к выполнению НИР на тему: «Подготовка плавучего радиотелеметрического комплекса к работе и участие в проведении измерений при запусках космического корабля «Восток», унифицированных автоматических межпланетных станций для исследования Марса и Венеры, космических аппаратов – лунников для осуществления мягкой посадки на Луну и разведывательных космических аппаратов «Зенит».

Проведенные исследования и расчеты с участием инженеров-ракетчиков, моряков, баллистиков, специалистов по радиотехническим, траекторным и телеметрическим измерениям, связистов, представителей других специальностей позволили разработать проектно-техническую документацию для создания ПИП на океанских судах. Следует отметить, что до сих пор ПИП являются наилучшим средством для выполнения космических измерений в тех районах Земли, в которых измерения не должны вестись постоянно. Подвижность научно-исследовательских судов (НИС), их способность работать именно там, где это нужно для очередного космического эксперимента, являются их важным и незаменимым свойством и преимуществом. Блистательным воплощением этого решения стало строительство и создание в Советском Союзе в 60-80 годах прошлого столетия уникального Морского экспедиционного флота для исследования космоса и управления различными космическими аппаратами.

Из-за срочности реализации поставленной задачи было решено переоборудовать под ПИП имеющиеся сухогрузные суда торгового флота СССР. Черноморское пароходство выделило теплоходы

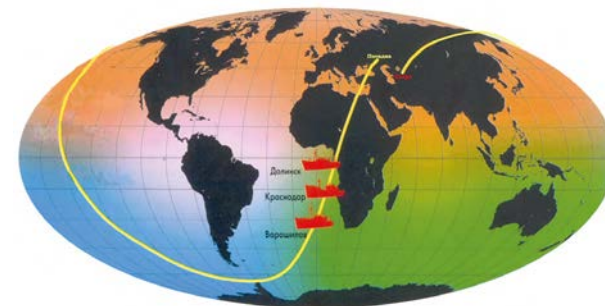
«Ильичевск» (построенный в Англии в 1924 году) и «Краснодар» (построенный в 1925 году в Швеции), а Балтийское морское пароходство теплоход «Долинск» (построенный в Финляндии в 1959 году). В грузовые трюмы теплоходов устанавливались автомобильные радиотелеметрические станции (РТС) «Трал», бензоэлектрические агрегаты питания и фотолаборатории, на мостиках устанавливались кронштейны для крепления антенн РТС. Работами по оборудованию судов руководили специалисты НИИ-4 Быструшкин В. В., Соснин И. А. и Фомин В. Г., они же и возглавили первые экспедиции, сформированные из сотрудников НИИ-4 и опытных специалистов наземных измерительных пунктов.



В первом же рейсе пришлось преодолевать возникающие трудности. Для связи с ЦУП порой приходилось использовать радиостанции поселка Мирный в Антарктиде. Из-за высокой температуры и влажности в трюмах часто выходили из строя трансформаторы РТС. Члены экспедиций привыкали к условиям работы в тропиках. Чтобы избежать тепловых ударов и возникновения чрезвычайных ситуаций, тренировки с включением аппаратуры проводились в утренние и ночные часы. Именно в этих экстремальных условиях и рождались интересные предложения по совершенствованию оборудования и модернизации аппаратуры, что в дальнейшем ис-

пользовалось при проектировании и создании будущих научно-исследовательских судов Морского Космического флота.

Второй рейс ПИП «Краснодар», «Ильичевск» и «Долинск» начался 6 января 1961 года. Экспедициям была поставлена задача по контролю полета АМС «Венера», а на операторов РТС «Трал» была возложена особо важная миссия по контролю работы тормозных двигательных установок (ТДУ) первого пилотируемого КК «Восток» на участке торможения для схода с орбиты.



12 апреля ПИП «Краснодар» расположился в точке Атлантического океана с координатами 10°10' ю. ш., 03°30' в. д., южнее по трассе в полутора тысячах километрах рабочую точку занял ПИП «Ильичевск», что позволяло ему первым принять информацию о включении ТДУ КК «Восход». ПИП теплохода «Долинск» занял рабочее место севернее острова Фернандо-По (вблизи Камеруна). Зона его радиовидимости позволила зафиксировать время выключения ТДУ. Такая расстановка судов ПТК НИИ-4 позволяла принять информацию с КК «Восход» до его входа в плотные слои атмосферы.

Как свидетельствуют очевидцы, члены экспедиции и судовая команда – все старались четко выполнять свои обязанности. 12 апреля антенны смонтировали раньше обычного, проверили их на работу, провели работу источников основного и резервного электропитания. В 8 часов 00 минут по Московскому времени операторы заняли рабочие места. В самом знойном районе Атлантики, Гвинейском заливе, потекли томительные минуты ожидания телеграммы о времени запуска космического корабля «Восток» с космонавтом на борту. В 9 часов 40 минут московского времени на борт теплохода «Краснодар» поступила телеграмма из ЦУП –

«Старт успешный, корабль выведен на орбиту, его пилотирует космонавт Юрий Гагарин».

Как вспоминает ветеран Морского Космического флота первый начальник экспедиции ПИП теплохода «Краснодар» Быструшкин В. В.: «Погода в районе работы в этот день не отличалась от других дней года на экваторе, яркий солнечный день, штиль. Судно медленно дрейфует на юго-запад, антенны выставлены по целеуказаниям. Через час после старта с борта «Востока» приняли устойчивый сигнал. Система ориентации КК на посадку работала нормально. Операторы станции «Трал» в темпе приема сигнала визуально зафиксировали прохождение команд на включение тормозного двигателя и выключение двигателя. Точно зафиксирована продолжительность работы ТДУ. Телеграммы с оперативными донесениями срочно переданы в Москву и через две – три минуты от начала приема телеметрии они были в ЦУП. Посадка КК «Восток» проходила по заданной программе, и из наших донесений было видно, корабль должен приземлиться в расчетной точке. В душном трюме еще долго кипела работа: в фотолаборатории продолжали проявку многометровых отрезков киноплёнки. Еще сырую, не высохшую до конца ленту дешифровщики просматривали на столах, анализировали параметры работы бортовых систем корабля для передачи в ЦУП второго потока телеметрических измерений. На судне царила атмосфера радости и гордости за новый успех в освоении космоса. Первый помощник капитана Колomoец Г. В. к этому моменту успел вывесить огромный транспарант: «Да здравствует первый в Море космонавт Юрий Гагарин!» и торжественно провел импровизированный митинг».

С этого памятного дня и до 1965 года уже ни один запуск межпланетных станций и пилотируемых космических кораблей не проводился без участия ПИП ПТК НИИ-4. По мере усложнения и расширения государственных космических программ специально сформированный «Отдельный плавучий измерительный комплекс» пополнялся новыми судами: в 1962 году – танкер-бункеровщик «Аксай», в 1966 году – теплоход «Ристна», в 1967 году – теплоход «Бежица». Для обеспечения советской программы лунных пилотируемых полетов в 1967 году в строй вошли научно-исследовательские суда «лунной флотилии» – «Космонавт Владимир Комаров»,

«Боровичи», «Кегостров», «Моржовец» «Невель», в 1970 году – НИС «Академик Сергей Королёв» и в 1971 году – флагман Морского Космического флота НИС «Космонавт Юрий Гагарин». В 1977–78 годах уже в состав плавучего комплекса преобразованного в Отдельный морской Командно-измерительный комплекс вошли в строй новые современные универсальные плавучие радиотехнические комплексы НИС «Космонавт Владислав Волков», «Космонавт Павел Беляев», «Космонавт Георгий Добровольский» и «Космонавт Виктор Пацаев». К концу 1978 года флот МКФ насчитывал 11 судов, базировавшихся в Ленинградском и Одесском портах.

Всего за 35 лет существования Отдельный морской Командно-измерительный комплекс обладал 17-ю судами различного класса и назначения. По вине экспедиций не было сорвано ни одного сеанса связи. Неоднократно Морскому Космическому флоту удавалось спасти не только отдельные космические аппараты, но и государственные программы в целом. За годы существования космического флота его научно-исследовательские суда работали в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах.

Библиографический список

1. Безбородов, В. Г., Жаков, А. М. Суды космической службы. Л.: Судостроение, 1980. – 248 с.

Общественному Музею Морского Космического Флота ГБУК Культурного Центра «МИТИНО» 22 года

 **Митропова Е. Б.**

 *Общественный музей Морского Космического флота,
ГБУК города Москвы КЦ «МИТИНО»*

 **Митропов В. В.**

 *Клуб ветеранов Морского Космического флота*

В июне 1998 года при Государственном бюджетном учреждении культуры города Москвы Культурном Центре «МИТИНО» по инициативе Клуба Ветеранов МКФ был создан Общественный Музей Морского Космического флота. На сегодняшний день Музей МКФ выполняет госзадание Департамента Культуры города Москвы и является одним из немногих музеев, посещение которого является бесплатным.

Идея создания музея принадлежит первому командиру Отдельного морского Командно-измерительного комплекса, лауреату Государственной премии СССР, Почетному академику Российской академии космонавтики, капитану 1-го ранга Виталию Георгиевичу Безбородову. Он стоял у истоков создания соединения специализированных судов обеспечивающих управление полетами космических аппаратов различного назначения и класса. Виталий Ге-



оргиевич лично принимал активное участие в оформлении экспозиции музея. Собственноручно нанес на карту Мира «Районы работ судов Морского космического флота». На сегодняшний день эта карта стала реликвией музея, и занимает почетное центральное место в зале «История создания морского космического флота». Важнейшей задачей Музея МКФ является научно-техническое и историко-патриотическое воспитание подрастающего поколения Москвы и области, а также популяризация исторического наследия нашей Родины в освоении космического пространства и того огромного вклада, который внесли члены экспедиций Звездной флотилии в развитие ракетно-космической техники и обороноспособности нашей страны.

Более шестнадцати лет музей возглавлял ветеран МКФ Валентин Федорович Жидкин. Под его руководством музей развивался, как образовательный центр. С 2002 года Музей МКФ становится Местным отделением «Ассоциации музеев космонавтики России» (АМКОС), о чем сказано в Свидетельстве АМКОС № 71. С этого момента Музей МКФ начинает активно участвовать во всех совместных мероприятиях и проектах АМКОС. В последние годы Музей совместно с Клубом ветеранов МКФ включился в борьбу за сохранение и музеефикацию последнего, оставшегося «в живых» научно-исследовательского судна «Космонавт Виктор Пацаев», который в настоящее время ошвартован у причала Музея Мирового океана в городе Калининград. Ветераны и музей пытаются добиться передачи судна в «Военно-патриотический парк культуры и отдыха Вооруженных Сил Российской Федерации «Патриот».

В 2015 году директором музея становится член Клуба ветеранов МКФ Елена Борисовна Митропова. И она продолжила начатое дело по поиску исторических документов и материалов о членах экспедиций и истории судов МКФ. Для упрощения восприятия и расширения понимания среди различных возрастных групп экскурсантов

Елена Борисовна в своей деятельности стала использовать современные инновационные технологии (интерактивные лекции, показ кинофрагментов на электронных плазменных панелях, мультимедийные экспозиции и социальные сети). В Музее МКФ создана обширная видеотека об истории Звездной флотилии и людях, которые посвятили ей свои лучшие годы жизни, а также развиваются дополнительные образовательные программы в шаговой доступности согласующиеся с концепцией программы «Мой район».



В последние годы Музей МКФ постоянный участник Всероссийских акций Федерации космонавтики России и Госкорпорации «РОСКОСМОС» (в 2016 году – «Поехали 55! Подними голову!» о полете Юрия Гагарина, в 2017 году – «Первый в космосе» о первом искусственном спутнике Земли, в 2018 году – «Международная космическая станция: 20 лет в космосе»). С 2017 года Музей МКФ участник Общероссийской Московской Олимпиады «МУЗЕИ. ПАРКИ. УСАДЬБЫ» проводимой Департаментом образования и Департаментом культуры Москвы для учащихся города.

Феномен музея заключается в его исключительности. Это первый и единственный в стране музей, посвященный истории уникальной Звездной космической флотилии судов, опередивших свое время и о людях, служивших на них, инженерах-испытателях, отдавших лучшие годы своей жизни на благо отечественной космонавтики. Общественный Музей МКФ является общей гордостью ветеранских организаций Морского Космического флота, Общественного Союза ветеранов Командно-Измерительного Комплекса и Общероссийского Союза ветеранов Космических войск, о чем свидетельствуют многочисленные грамоты и награды музею от Главного испытательного космического центра Министерства обороны Российской Федерации имени Г.С. Титова, Главного командования Воздушно-космических сил. В 2019 году музею был вручен Флаг ВКС от Главнокомандующего. За огромный вклад в дело патриотического воспитания граждан России Общественный Музей

МКФ был награжден Почетным знаком Правительства Российской Федерации «За активную работу по патриотическому воспитанию граждан Российской Федерации».

Пропагандируя и прославляя достижения отечественной космической науки и техники, Общественный музей МКФ оказывает значительное влияние на эволюцию мышления подростков. Прославляет и приумножает славу отечественной космонавтики, утверждает космический приоритет нашего Отечества, профессионализм, высокое чувство ответственности за порученное дело. Его экспонаты составили музейный и архивный фонд истории Космических войск страны.

Традиционно приоритетной категорией посетителей Музея МКФ является учащиеся общеобразовательных школ, колледжей и кадетских корпусов, средних профессиональных училищ, слушатели, студенты и курсанты ВУЗов и техникумов города Москвы. Частыми посетителями музея являются ветераны предприятий, НИИ и КБ ракетно-космической отрасли, ветераны МКФ и Космических войск.

Экспозиция музея представлена в его тематических залах:

- «История создания Морского Космического Флота» знакомит посетителей с объективной необходимостью размещения средств космической связи на океанских судах в акватории мирового океана для обеспечения постоянного слежения за космическими аппаратами во время их орбитальных полетов.
- «Корабли науки – Океанские опоры Космических мостов», где представлены фотографии и макеты 17 уникальных научно-исследовательских судов Звездной флотилии, а также подлинные экспедиционные материалы: магнитные ленты с телеметрической информацией с космических аппаратов, перфокарты и перфоленты с судовых вычислительных центров.
- «Обитатели морских глубин», здесь представлены личные коллекции морских раковин, кораллов, чучел обитателей подводного мира, различные поделки из кокосовых орехов и красного дерева, картин и художественных фотографий, посвященных любимым судам выполненные членами экспедиций.

Музей МКФ является постоянным участником региональных и Всероссийских научных конференций и семинаров, круглых столов и академических чтений по проблемам истории освоения космического пространства и историческому наследию страны в ракетно-космической области. Общественный Музей МКФ сотрудничает с музеями и организациями: Политехнический музей города Москвы, Центр «Космонавтика и авиация» в павильоне Космос на ВДНХ, Мемориальный Музей Космонавтики города Москвы, Культурно-просветительский центр имени Валентины Терешковой города Ярославль, Объединенный Мемориальный Музей Юрия Гагарина города Гагарин, Музей Мирового океана города Калининград, Ассоциация музеев космонавтики России «АМКОС», Ассоциация содействия развития научно-технических музеев «АМНИТ», Департамент культуры города Москвы, Госкорпорация «РОСКОСМОС», Центральный Совет Общероссийского Союза ветеранов Космических войск, Общественный Союз ветеранов Командно-Измерительного Комплекса города Краснознаменск Московской области.

В настоящее время средства массовой информации и телевидение стали проявлять большой интерес к работе Общественного Музея МКФ. Одна из последних публикаций газеты «Аргументы и факты» статья «Космос начинается на земле» о деятельности музея, вышла в декабре 2019 года накануне Нового года. Для съемок передачи об истории полета экспедиции в составе космонавтов Георгия Добровольского, Владислава Волкова и Виктора Пацаева на космическом корабле «Союз-11» на первую советскую долговременную орбитальную станцию «Салют» телеканал «Звезда» использовал залы музея МКФ в Митино. Были приглашены ветераны МКФ, которые непосредственно участвовали в обеспечении этого полета, а также на съемки в музей МКФ приезжала Светлана Викторовна Пацаева дочь Героя Советского Союза космонавта СССР Виктора Пацаева, с которой Музей МКФ поддерживает многолетнюю дружбу.

Огромное внимание музей уделяет литературно-издательской деятельности, оказывая содействие ветеранам МКФ в сборе материалов и подготовке к публикации воспоминаний и мемуаров. Директор музея Елена Борисовна Митропова постоянно публикует исторические и новостные материалы на сайтах Культурного Цен-

тра «Митино» и Социально-просветительском портале «Труженики космоса» Союза ветеранов Космических войск. Подробные фотоотчеты о работе Музея МКФ регулярно выкладываются в социальных сетях на страницах «Инстаграм», «Фейсбук», «В Контакте» КЦ «Митино» и Музея МКФ: #культурныйцентрмитино, #музейморскогокосмическогофлота, #музеймкф, #музеймкфмитино и др.

Миссия Музея Морского Космического флота заключается не только в сохранении и экспонировании артефактов этой уникальной флотилии, но и в популяризации достижений научной мысли в освоении космоса нашей страной.

Космические разведчики

 **Григорьева А. И.**

 МБУ ДО «Центр внешкольной работы»
Авиастроительного района г. Казани

Днем начала Космической эры человечества принято считать 4 октября 1957 года, когда советская ракета-носитель Р-7 вывела на орбиту первый искусственный спутник Земли. После этого русское слово «спутник» стало известно во всем мире. Появилось даже международное понятие «Sputnik Moment» (дословно «момент Спутника») – невероятный и неожиданный прорыв в науке и технике, меняющий направление их развития на годы вперед.

Сейчас, спустя 60 лет после полета «Спутника-1», космос по-прежнему остается той областью научных исследований и технических приложений, где «совершаются чудеса». Прикладные задачи в космонавтике и фундаментальные вопросы астрономии множатся ежедневно, привлекая в космические отрасли талантливых специалистов, а вдохновляющий пример космонавтов и романтика неизведанного космоса манит любителей и энтузиастов. Мы убеждены, что космический профиль является благодатной почвой для развития интереса, способностей и юношеских талантов, в том числе и у учащихся в системе дополнительного образования.

Одним из первоочередных показателей эффективности реализации федерального проекта «Успех каждого ребенка» является число детей, вовлеченных в работу по дополнительным общеобразовательным программам естественнонаучной и технической направленностей. К 2024 году этот показатель должен возрасти примерно в 4 раза. Речь идет не о всех программах, а о тех, которые соответствуют приоритетным направлениям технологического

развития Российской Федерации. В частности, в Указе президента «О Стратегии научно-технологического развития» на ближайшие 10-15 лет одним из таких направлений выделено занятие и удержание лидирующих позиций в области освоения космического пространства.

Центр внешкольной работы Авиастроительного района г. Казани – многопрофильное учреждение, в котором реализуются, в том числе дополнительные общеобразовательные программы естественно-научной и технической направленностей. С сентября 2017 года в центре функционирует *инженерная лаборатория*. Она оснащена высокотехнологичным оборудованием на средства гранта, полученного центром на конкурсной основе.

Цель лаборатории – обеспечение комплекса условий для развития одаренных в области инженерии и естественных наук учащихся на основе современных образовательных технологий и ресурсов.

В рамках лаборатории, в том числе, действуют шесть объединений, каждое из которых напрямую или косвенно связано с космическим профилем: «Космические разведчики», «Юный астроном», «Робототехника», «Медиа съемка», «Космические конструкторы» и «Ракетомоделирование». Все перечисленные объединения находятся в плотной взаимосвязи друг с другом (реализуется *внутренняя интеграция*): учащиеся выполняют совместные конкурсные проекты, выставляют на соревнования смешанные команды, посещают близкие по тематике мероприятия и т. д. Это позволяет им расширить кругозор, проявить творческий подход, попробовать новые методы работы, материалы и оборудование, не замыкаться в рамках целей и задач одного объединения. История астрономии и космонавтики не раз доказывала, что именно на стыке различных дисциплин зачастую совершаются смелые прорывы и неожиданные открытия.

Один из последних примеров подобной интеграции – проект «Коллекция космических елочных украшений «Солнечная система», выполненный совместно учащимися объединений «Юный астроном» и «Космические конструкторы» и ставший лауреатом XIV Международных юношеских научных чтений имени С. П. Королева. Изделия изготовлены на фрезерном станке с ЧПУ по 3D-мо-

делям астрономических знаков, выполненным в САПР КОМПАС-3D. В работе использована техника заливки эпоксидной смолой.

Применение высокотехнологичного оборудования – один из залогов успеха космического профиля в дополнительном образовании. В астрономии и космонавтике всегда использовали новейшие достижения инженерной мысли, и сами эти отрасли являлись импульсом для ее мощного развития. Учащиеся должны иметь возможность реализовать любой свой замысел не только традиционными, но и максимально современными средствами. В нашем центре у каждого ребенка есть такой выбор, и, например, задуманный переходник для светофильтра на телескоп можно как вырезать из фанеры, так и распечатать на 3D-принтере.

Космический профиль позволяет нам в идеальных пропорциях сочетать *теорию и практику*. Сами по себе сухие знания о радиации на поверхности Марса не имеют ценности для ребенка школьного возраста. Робот, созданный без определенной задачи и цели останется интересным проектом, но малоэффективным с образовательной точки зрения. Именно инженерные решения реальных кейсов и проблемных задач, которых в космонавтике и астрономии очень много, показывают максимальную эффективность в процессе обучения.

В настоящий момент не осталось сомнений, что специалист высокого класса помимо профессиональных навыков (HardSkills) должен обладать и развитыми личностными и командными качествами (SoftSkills). И именно в космонавтике можно найти идеальный в этом отношении пример для подражания. К космонавту в период отбора и на протяжении всего обучения предъявляются высокие требования, он гармонично развивается во всех сферах: умственно, физически, психологически. Во время обучения в наших объединениях учащиеся могут не только повысить свои знания и навыки, но и поучаствовать в различных личностных и командных тренингах в рамках применяемого нами *скаутского метода*.

Большая часть работы ведется в рамках скаутского отряда (отряд имени А. А. Леонова) и в микрогруппах – экипажах, созданных по аналогии с экипажами космических кораблей. Этот отчасти игровой прием не только способствует дополнительному погружению учащихся в космическую тематику, но и помогает им реали-

зовать свои лидерские и организаторские задатки. В сплоченных экипажах по 4-6 человек ребята выполняют лабораторные работы, готовят научные представления, презентации и демонстрационные эксперименты, изготавливают поделки, макеты, участвуют в мастер-классах, квестах, научно-практических конференциях и чтениях, олимпиадах, экспедициях, профильных сменах в оздоровительно-образовательных лагерях.

На протяжении всего периода обучения учащиеся посещают лекции, конференции, семинары и научные фестивали. Например, Ночь науки PROНаука в КФУ, Дни программирования LEGO Education в Казани, Наука на полях с культурно-просветительским центром «Архэ» в Москве, Международный фестиваль космодизайна «Встречи на звездном мосту» в Троицке и т. д. Каждое такое *образовательное событие* мы используем как иллюстрацию практической значимости науки и техники, возможность продемонстрировать современные достижения учащимся. Это не только способствует углублению интереса и служит дополнительной мотивацией в дальнейшем освоению программы, но и способствует профориентации.

Кроме общественных мероприятий, мы также привлекаем специалистов непосредственно в технический отдел центра для дачи мастер-классов и проведения консультаций, посещаем индивидуальные экскурсии. Этот формат получил название «Инструктор рассказывает...» и дает учащимся уникальную возможность задать интересующие вопросы профессионалу, познакомиться с его работой, получить максимально полное *представление о той или иной профессии*. За последнее время наши ребята успели встретиться, например, с авиационной группой высшего пилотажа Военно-воздушных сил России «Стрижи», со старшим научным сотрудником лаборатории физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы ИМБП РАН, кандидатом биологических наук и участницей изоляционных экспериментов «Луна-2015» и «SIRIUS» Е. С. Луличкой, с командой-победителем Национального финала Чемпионата «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia) 2019 в компетенции «Инженерия космических систем», побывали на экскурсии в главном офисе IT-компании «Яндекс» в Москве со специалистом отдела разработки и дизайна Е. О. Лукьяновой.

Помимо традиционных образовательных событий, таких, как конкурсы, конференции и соревнования, мы организуем совместно со специалистами Центра аэрокосмического образования Республики Татарстан, Летней Космической Школы и Крымской астрофизической обсерватории совершенно новый формат – *полномасштабные симуляции космических полетов*. На протяжении недели учащиеся проходят интенсивный курс подготовки, и по результатам отборочных испытаний занимают роли космонавтов и специалистов Центра управления полетами в имитационной миссии, например, полета космического корабля «Федерация» к Международной космической станции.

В условиях, максимально приближенным к реальным, ребята отработывают сложные цепочки действий, используют радиосвязь, рассчитывают маневры с использованием программного обеспечения, управляют макетом космического аппарата в специальной компьютерной оболочке и т. д. Это уникальная возможность проявить свои личностные качества, показать слаженность в командной работе и примерить на себя те или иные профессиональные роли.

Нужно понимать, что космический профиль в дополнительном образовании сейчас не ограничивается изучением порядка расположения планет в Солнечной системе или созданием типовых спортивных ракетомоделей. Профильные смены в проектных школах и в образовательных лагерях, конкурсы федерального и международного уровней, простота коммуникации для обмена опытом и реализации совместных проектов по сети Интернет – все это предоставляет широкие возможности для выбора направления подготовки в рамках дополнительных программ. Это огромная область для работы, ограниченная только фантазией педагога!

Космическое просвещение в Детском космическом центре имени В. П. Савиных города Кирова

 **Зубарева Т. И.**

 «Детский космический центр имени В. П. Савиных»,
Кировское областное государственное бюджетное учреждение
культуры «Музей К. Э. Циолковского, авиации и космонавтики»

В 1988 году в Кирове в здании, где в детские и юношеские годы жил Циолковский, был открыт Музей К. Э. Циолковского, авиации и космонавтики. В 2018 году с целью дальнейшего развития космического образования и просвещения в регионе, популяризации космонавтики построен современный Детский космический центр имени В.П. Савиных, ставший частью музея.

Интерактивные экспозиционные залы помогают сформировать у посетителей целостную картину истории развития космонавтики в ходе различных музейных мероприятий.

Уникальный зал «Виртуальная космонавтика» позволяет с помощью интерактивных тренажеров получить навыки управления космическим кораблем Союз ТМА, познакомиться со строением МКС и понять, как осуществляется контроль за космическими полетами из ЦУПа.

В цифровом планетарии проводятся показ полнокупольных программ и фильмов, в том числе на тему космонавтики, и уроки по астрономии.

Визитной карточкой музея является Всероссийский форум «Молодежные Циолковские чтения», призванный вызвать интерес у подрастающего поколения к точным наукам и высоким технологиям.

Проект «Космические субботы» – это встречи в формате свободного общения космонавтов, работников космической отрасли со старшеклассниками с целью их профессионального самоопределения.

Традиционными стали поездки лучших воспитанников Центра в Международную космическую школу на космодром Байконур.

В центре работают клубы различной направленности: «Ракетостроение», «Авиатроника», «Космическое макетирование», «Занимательная астрономия».

Чтения имени В. В. Терешковой

**Сборник материалов I Международной
научно-практической конференции
«Чтения имени Валентины Владимировны Терешковой»**

16 июня 2020 г.

Редактор – *И. В. Григорьева*
Компьютерная верстка – *О. М. Роменская*
Дизайн – *Г. И. Радовский*

Формат 60x84/16.
Заказ №79-2020

Материалы представлены в авторской редакции.

Издательско-полиграфический комплекс
«ИНДИГО»
г. Ярославль, ул. Свободы, 97

