ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 13 за 2019 г.

ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

Ефимов Г.Б.

Труды и праздники вместе с Дмитрием Евгеньевичем Охоцимским

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Ефимов Г.Б. Труды и праздники вместе с Дмитрием Евгеньевичем Охоцимским // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2019. № 13. 27 с. doi:10.20948/prepr-2019-13
URL: http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-13

О р д е н а Л е н и н а
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В.Келдыша
Р о с с и й с к о й а к а д е м и и н а у к

Г.Б. Ефимов

Труды и праздники вместе с Дмитрием Евгеньевичем ОХОЦИМСКИМ

Москва — 2018 заменить на 2019

Ефимов Г.Б.

Труды и праздники вместе с Дмитрием Евгеньевичем Охоцимским

Прошло уже больше десяти лет, как Дмитрия Евгеньевича Охоцимского нет с нами. О его трудах и достижениях написано немало [1-6]. В настоящей работе говорится о ещё одной стороне его деятельности: инициативе художественного отражения успехов 5-го Отдела ИПМ им. М.В. Келдыша, во главе которого он стоял. Плакаты и рисунки автора, иллюстрирующие краткий рассказ о трудах Дмитрия Евгеньевича и достижениях Отдела, создавались в течение многих лет в связи с юбилеями и иными событиями в жизни Отдела и Института, нередко по заданию Дмитрия Евгеньевича, при его поддержке, активном интересе и участии. Они хранят память о трудах и успехах Дмитрия Евгеньевича и нашего Отдела, о нем и об общении с ним.

Ключевые слова: Д.Е. Охоцимский, ИПМ им. М.В. Келдыша, история науки, механика, механика космического полета, расчеты на компьютере.

Georgy Borisovich Efimov

The Works and Party with Dimitry Evgenievich Okhozimsky

More than ten years have passed since Dimitry Evgenievich Okhozimsky is no longer with us. About his works and accomplishments are written a lot [1-6]. This paper is about another side of his activity: the initiative of the artistic reflection of the success in the 5th Division Keldysh Institute of Applied Mathematics, the head of which he was. Illustrating short story is about the works of Dimitry Evgenievich and achievements of the 5th Department, posters and drawings are created over the years due to anniversaries and other events of the Department and the Institute. They are made often with the instructions of Dimitry Evgenievich, with his support, active interest and participation. It is the memory of him and communion with him.

Cay words: D.E. Okhozimsky, KIAM, history of science, cosmonautics, mechanics, computer science.

Постоянный труд, без которого нет
истинного величия.
Пушкин

Д.Е. Охоцимский 1921-2005

Предисловие

Прошло больше десяти лет, как Дмитрия Евгеньевича нет с нами. Хочется вспомнить о нем, о работе под его руководством и общении с ним. О Дмитрии Евгеньевиче написано немало: к его 90-летию был издан Сборник [2] со статьями о его работах по космонавтике и робототехнике, обзорами сделанного им и под его руководством, воспоминаниями о нем и его самого [3-5]. В настоящем препринте внимание направлено на еще одну сторону деятельности Дмитрия Евгеньевича. Борис Викторович Раушенбах говорил, что наука, особенно ее естественная ветвь, имеет дело с дедуктивным, логическим познанием и идет от изучения частей к пониманию целого, но есть и образный путь познания, присущий, например, искусству, сначала целостно воспринимающий объект и уже потом обращающийся к частям [7]. Для полноты знания нужны оба пути, и их следует сочетать.

Эта работа о том, как исследования в 5-м Отделе ИПМ (ОПМ – Отделении прикладной математики МИАН имени В.А. Стеклова, как он назывался в первые годы), руководимом Дмитрием Евгеньевичем, дополнялись средствами образного восприятия. Скорее, – отражением атмосферы творчества и энтузиазма, дружеского общения, в которых проходила наша работа. Память и гордость за наши достижения, отдых и праздник. Речь идет о плакатах, нарисованных автором в связи с трудами Отдела и, прежде всего, самого “Д.Е.”, как мы называли Дмитрия Евгеньевича между собой. Плакаты рисовались в разное время и по разным поводам, большей частью в связи с торжественными датами: юбилеем Отдела и юбилеями наших сотрудников[1]. О трудах и достижениях Дмитрия Евгеньевича в работе рассказывается кратко, опираясь на [2, 6], параллельно с иллюстрациями. Об образном отклике на работы Т.М. Энеева и других наших ведущих сотрудников еще предстоит написать.

Рисунки и плакаты автора возникли в Отделе по инициативе Дмитрия Евгеньевича. Началом их был адрес Мстиславу Всеволодовичу Келдышу к его юбилею (1971 год); как вклейка он вошел в книгу воспоминаний о нем [8] (находится в музее М.В. Келдыша ИПМ). Затем были рисунки к 50-летию Ти-

---

[1] Плакаты переданы в Архив РАН, что произошло по инициативе Н.П. Рыбкиной с участием И.А. Корнеевой-Чаевой и сотрудников Архива, сканированы Е.И. Репиной, Б.Л. Будинасом и в Архиве. В подготовке рисунков к препринту большую помощь оказали Б.Л. Будинас и Р.З. Ахметшин, за что я всем им очень благодарен.

мура Магометовича Энеева (1974 год) и плакаты к юбилею 5-го Отдела (1978 год) вместе с рисунками других художников и стихами В.В. Белецкого.

Дмитрий Евгеньевич очень серьезно и творчески относился к этой деятельности: обсуждал проекты, радовался удачам, иногда браковал. Так, плакат “Классики вариационного исчисления, Охоцимский и Энеев” (с ним не согласованный) был забракован и не попал на празднование: “обидится Гельфанд, ведь его тут нет, а он подсказал, что наш случай оптимизации вырожденный". Позже плакаты к некоторым юбилеям, рисовались уже без активного участия Д.Е. (что иногда заметно сказывалось на их качестве).

Рис. 1. Отдел № 5 ОПМ-ИПМ смежники у Королева называли – “мальчики Келдыша“.

Первые работы по космонавтике

Д.Е. Охоцимский был ближайшим соратником М.В. Келдыша, Главного теоретика космонавтики, и С.П. Королева, ее Главного конструктора. Рис.1. Вся деятельность Дмитрия Евгеньевича неразрывно связана на протяжении более полувека с Институтом и его 5-м Отделом. В ИПМ, параллельно с ОКБ С.П. Королева и другими, рассчитывались траектории полетов первых искусственных спутников Земли (ИСЗ), полетов к Луне и других достижений советской

космонавтики, принесших славу нашей стране и науке [1, 2, 5]. Создавалась новая наука – динамика космических полетов, – в разработку основ которой он внес выдающийся вклад. Упомянем некоторые яркие достижения Дмитрия Евгеньевича и 5-го Отдела ИПМ в космонавтике.

Рис. 2. Страница адреса поздравления М.В. Келдышу от 5-го Отдела. На рисунке наши достижения: сильный взрыв, первый спутник, полет к Луне и фотография ее невидимой стороны, многоступенчатость ракеты и др. Стихи В.В. Белецкого.

Еще до создания ОПМ-ИПМ в Отделе М.В. Келдыша в Математическом институте Академии наук (МИАН) велись работы по механике полета крылатых и составных ракет [5, 9], прояснившие ряд принципиальных вопросов их управления. Вместе с оптимизацией управления и расхода топлива баллистической ракеты [5, 10-11] они использовались при расчете траектории ракеты “Р-7” и легли в основу расчета выведения первых спутников Земли.

Рис. 2а. Вторая страница поздравления М.В. Келдышу от 5-го Отдела. На рисунке наши достижения: баллистический спуск человека с орбиты, мягкая посадка на Луну, забор грунта с нее, походка робота, и др. Стихи В.В. Белецкого.

Д.Е. Охоцимский показал оптимальность многоступенчатой ракеты и произвел расчет параметров для ее ступеней; его имя стоит среди авторов замечательной ракеты ”Р7”, с помощью которой были осуществлены вывод первых ИСЗ на орбиту, первые полеты космических аппаратов (КА) к Луне [6]. Рис. 2.

Анализ эволюции орбиты ИСЗ, его торможения в верхних слоях атмосферы позволил оценить время жизни спутника при различных моделях атмосферы [12]. Особенности эволюции его орбиты под действие малого возмущения, исследованные в работе, использовались при анализе и расчетах траекторий полета с “малой тягой”. Эта работа вместе с результатами Д.Е. Охоцимского и Т.М. Энеева по оптимальному выводу спутника и другими трудами по космиче-

ской тематике была опубликована в специальном выпуске журнала “Успехи физических наук” накануне запуска первого спутника [10, 12].

Первый искусственный спутник Земли

История полета первого спутника Земли заслуживает особого внимания.

Рис.3. Программы управления направлением и величиной тяги ракеты, найденные Охоцимским и Энеевым, помогли увеличить полезный вес и запустить ИСЗ.

Исследование Охоцимским и Энеевым оптимальных программ управления тягой ракеты и ее направлением сыграло в этом выдающемся достижении важную роль, Рис. 3. Применение их позволяло увеличить полезный вес, выводимый ракетой “Р7”, на 10% и первыми в мире вывести спутник на орбиту.

Полет первого искусственного спутника Земли 4 октября 1957 года – начало космической эры человечества – был встречен во всем мире с огромным энтузиазмом. Обстоятельства этого события и отклика на него стоит вспомнить.
Создание ракет, способных перелететь океан, вызывалось необходимостью: с 1949 года атомная бомба уже не была монополией США, но у них была мощная авиация (и планы бомбардировки многих городов Союза – для предупреждения агрессивности Сталина, как они говорили). В 1957 году баллистическая ракета “Р7” успешно прошла испытания. Королев, Келдыш и их сотрудники в 5-м Отделе ОПМ и ОКБ – энтузиасты освоения космоса, вдохновились возможностью запустить искусственный спутник Земли и срочно начали его подготовку. Военным, от которых во многом зависело выделение ракеты «для удовлетворения любознательности ученых», объяснили, что спутник продемонстрирует специа-

листам конец американской монополии на доставку бомбы. Работы велись с большим энтузиазмом.

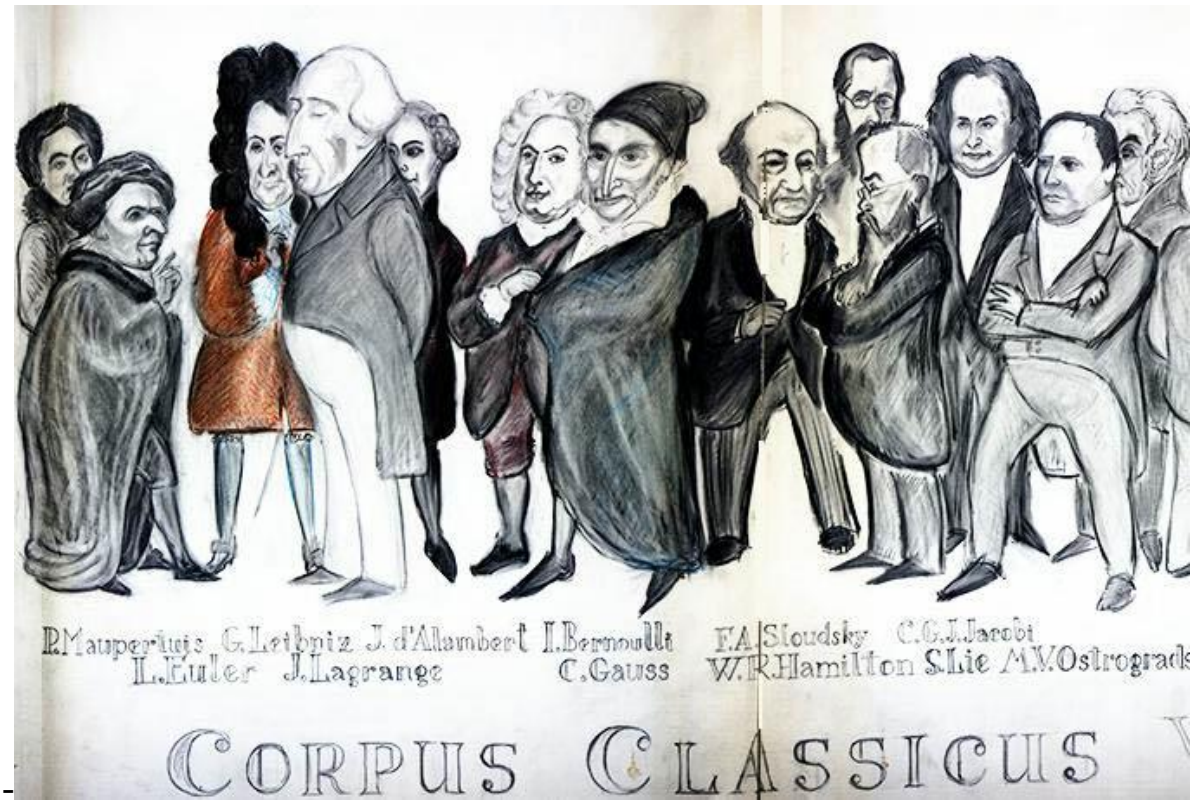

Рис. 4. Классики Вариационного исчисления и Вариационных принципов механики: Мопертюи, Эйлер, Лейбниц, Лагранж, Даламбер, Бернулли, Гаусс, Гамильтон, Слудский, С.Ли, Якоби, Остроградский, Больцман, Пуанкаре, Герц, Клейн, Гильберт и Эйнштейн. Охоцимский и Энеев, создав метод оптимизации для вырожденного случая и применив его к управлению полетом ракеты, вступают в их общество.

В это же время США планировали запуск своего спутника и широко его рекламировали. Был создан научно-популярный фильм об искусственном спутнике Земли и о полете человека в космос, при консультации В. фон Брауна (создателя немецких ракет Фау-1, Фау-2, конструктора ракет в США). Этот фильм посмотрело 40 миллионов человек в мире. Поэтому, когда на орбиту вышел советский спутник, – мир был к этому событию подготовлен. Размах энтузиазма был велик и неожиданный для многих, включая его героев – Королева, его инженеров и “мальчиков Келдыша” из ОПМ. Не ожидали этого и политики – по обе стороны океана. Американский военный министр Вильсон, оправдываясь, заявил: «Подумаешь, железка летает», и как специалист он был прав, но реакция в мире заставила его вскоре уйти в отставку ([4] с. 309).

Рис.5. XXV лет 5-му Отделу! Славный итог. Сотрудники, от ведущих до лаборантов дружно “загибают” траекторию взлета ракеты!

Большое значение эти события имели и для нашей страны. В 1956 году на XX партийном съезде произошло разоблачение «культа личности Сталина» – шаг к «покаянию», признанию вины в бывшем режиме террора. Высокий престиж Советского Союза в мире, основанный на победе над Гитлером и идеях защиты прав угнетенных классов и народов – резко упал. Успех с запуском спутника заметно восстановил престиж страны и советских людей. Смелость в признании исторической вины перед своим народом была «вознаграждена», престиж государства в мире и в стране укрепился.

Улучшение отношения к стране в мире способствовало поддержке инициатив ее руководства: перейти от ожидания “горячей” войны, на грани которой стоял мир, к сосуществованию политических блоков. Военное равновесие получило моральную поддержку в умах миллионов людей во всем мире, помогало обеспечить мир на десятилетия. Повысился и престиж науки в стране, как у руководства, так и в широких массах.

Разработка механики космического полета

Запуск первых искусственных спутников Земли и космических аппаратов к Луне, к Венере и Марсу поставил множество вопросов: о расчетах траекторий перелетов к ним, оптимальных по энергозатратам, о наблюдении КА, об определении траекторий их полета по данным измерений и т.д. Известные методы их решения в астрономии, баллистике снарядов и т.д. требовали существенного дополнения или кардинальной переделки из-за больших отличий в условиях полета КА, в способах наблюдений. Вклад Дмитрия Евгеньевича и 5-го Отдела ИПМ в разработку этих методов был значительным [5], Рис. 6.

Рис. 6. Келдыш говорил: «Надо уметь играть за команду» – Д.Е. Охоцимский, В.В.Белецкий, Т.М. Энеев, А.К. Платонов или М.Л. Лидов, В.А. Егоров.

Целый ряд новых важных находок и методов, предложенных Дмитрием Евгеньевичем в начальный период освоения космоса, когда все было впервые, описан А.К. Платоновым в статьях [6, 13]. В их числе: способ аппроксимации графиков для использования их в численных расчетах (аналог сплайнов), метод

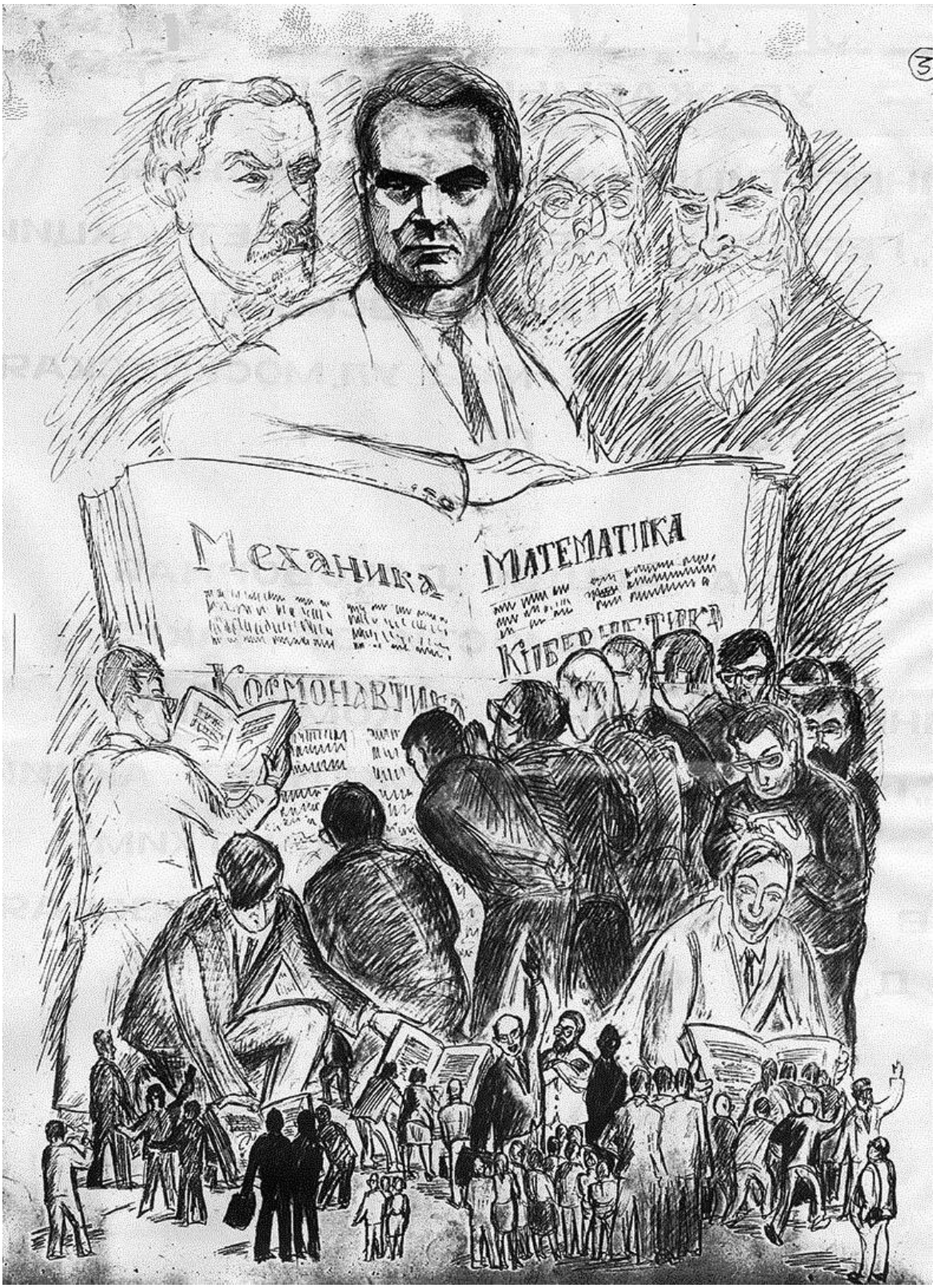

Рис. 7. Келдыш – учитель. Математики, физики, механики, программисты ИПМ развивают уроки, становящееся сразу классикой, – и передают их многим.

Мы благодарны нашим педагогам,
Что нас учили вдумчиво и строго.
Науку эту мы в архив не отдадим,
Ученье впрок седым и молодым.

В.В. Белецкий

“картинной плоскости” для сравнения и выбора лучших траекторий достижения цели (например, Луны) из их пучка и многие другие. Использование целостного представления явления (о чем говорил Б.В. Раушенбах) можно отнести к применению “картинной плоскости” для осмысления ситуации и выбора лучших вариантов траекторий космического полета к Луне, при большом числе вариантов и необходимости учета ограничений на параметры. “Ракушки”, серии изолиний, позволяли охватывать множество вариантов и ограничений, то есть картину целиком, наглядно.

В третьем полете к Луне космический аппарат должен был сфотографировать ее обратную сторону. При возвращении к Земле он не был видим с нашей территории, для приема информации с него надо было посылать специальный корабль в Индийский океан. Д.Е. предложил траекторию, подходящую к Луне иначе, с ее “исправлением” маневром КА за счет тяготения Луны и последующим пролетом над нашей территорией. Так был впервые в мире осуществлен гравитационный маневр космического аппарата в поле тяготения небесного тела [14, 15]. Всего было совершено 24 полета к Луне – с доставкой образца грунта, с луноходом на ее поверхности, уточнением ее формы и поля тяготения по траекториям ее спутников. За полетами к Луне следовали полеты к Венере и Марсу, также с большими программами исследования, Рис. 2а.

Для этих полетов требовалось проводить коррекцию траектории, причем анализ и оптимизация ее характеристик (время, число коррекций, величины импульсов и т.д.) относились не к одной, а к целому множеству траекторий полета [13, с. 150-190]. Проведенные Охоцимским и под его руководством исследования проблемы коррекции показали всю ее сложность, несводимость к поиску экстремали некой вариационной задачи, дали возможность построить способы и правила построения коррекции в различных постановках, при разных технических способах и возможностях ее реализации.

Важнейшей задачей управления движением ИСЗ, КА является обеспечение и поддержание их ориентации; вопрос этот встал с начала подготовки к созданию первого ИСЗ. Наряду с активными способами ориентации возникла идея о создании пассивной ориентации – аналогично Луне, обращенной к Земле всегда одной стороной. Д.Е. Охоцимский предложил схему гравитационной ориентации ИСЗ, простую и эффективную, Рис. 2а. Исследования пассивной стабилизации и смежных вопросов вылились в новое направление в прокладной небесной механике [16].

Д.Е. Охоцимским с учениками был разработан метод и алгоритмы многошагового процесса выбора управления КА при его входе в атмосферу [17].

Основные понятия механики космического полета или прикладной небесной механики, создававшейся в процессе освоения космоса, читались Дмитрием Евгеньевичем в курсе лекций на мехмате МГУ. Курс привлекал большое число слушателей – студентов, ученых и инженеров, участвовавших в освоении космоса, преподавателей вузов. По нему была написана книга [18], имевшая большой успех, – одно из первых в нашей стране руководств по основам новой бурно раз-

вивающейся науки. Много ярких результатов, плодотворных методик было получено и развито в 5-м Отделе ОПМ в этом новом разделе науки – механике космического полета – в ее начальный период.

В середине 1970-х годов были созданы “Академические чтения по космонавтике” памяти С.П. Королева и других ученых-пионеров освоения космоса. Дмитрий Евгеньевич активно участвовал в организации Чтений: была создана Секция № 5 “Прикладная небесная механика и управление”, которой он руководил тридцать лет. На Секции были доложены многие важные работы, выполненные в 5-м Отделе ИПМ, баллистиками и управленцами других организаций.

После запуска первого спутника Дмитрию Евгеньевичу было присвоено звание Героя Труда, докторская степень без защиты (в числе многих ученых и инженеров, Рис. 7), Ленинская премия (вместе с М.В. Келдышем и Т.М. Энеевым), он был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР – в 40 лет!

Первые, пионерские расчеты на ЭВМ

Исследования полетов в космосе, как и другие работы института, требовали большого объема сложных вычислений и опирались на использование электронных вычислительных машин (ЭВМ), на методы расчета и средства программирования на них, создававшиеся в то же время и для решения тех же задач. Вычислительный центр ОПМ-ИПМ был одним из самых первых в стране, его вычислительные машины “Стрела” и М-20 имели заводские номера “1” [19-21]. Институт объединял физиков, математиков, механиков, программистов и создателей ЭВМ. Среди них широко известные имена в программировании: А.А. Ляпунов, М.Р. Шура-Бура, Ю.И. Янов, Э.З. Любимский, С.С. Камынин, И.Б. Задыхайло, В.С. Штаркман и многие другие. Разработчиками машин во главе с А.Н. Мямлиным были созданы машины “Восток”, Рефал-процессор ЕС-2702, под руководством ИПМ – многопроцессорные МВС-100 и МВС-1000 в 1990-е годы и суперкомпьютер “100К” – в честь 100-летия М.В. Келдыша, в наши дни.

Дмитрий Евгеньевич был не просто пользователем передовой вычислительной техники, он проявлял живейший интерес ко всем новейшим веяниям в развитии и использовании ЭВМ. Интересовался новинками, включая средства системного программирования, поощрял их освоение и внедрял их в работы отдела. Первой его работой на ЭВМ был расчет сильного взрыва в атмосфере. Вычислительный центр (тогда еще в МИАН) был оснащен механическими машинами “Мерседес“, но первые отечественные ЭВМ уже создавались. Используя ЭВМ БЭСМ-2, созданную под руководством С.А. Лебедева, Дмитрий Евгеньевич получил точное решение задачи о взрыве с учетом противодавления атмосферы, недоступной по сложности и объему вычислений для расчетов на “Мерседес“ [22-23].

Одновременно с освоением ЭВМ развивались методы вычислительной математики. Например, модификации численных методов решения дифференциальных уравнений, лучшие по скорости, точности, экономии машинной памяти [13, 6]. Были разработаны методы исследования вырожденных задач вариаци-

онного исчисления, методы обработки наблюдения КА для определения их траекторий, их ориентации и вращения и многое другое [5, 24-26].

В одной из работ начального этапа применения ЭВМ, где Дмитрий Евгеньевич был среди пионеров в ИПМ, – расчете времени существования спутника, был применен метод численного осреднения движения спутника [12].

Вычислительных машин было мало, время работы на них было остро дефицитным. В.А. Егоров, например, считал траектории полетов к Луне, на основании которых вскоре проектировали первые полеты к ней, по ночам, на “Стреле”, потихоньку, вне плановых работ.

Работы по компьютерной алгебре

Рис. 8. Т.И. Фролова тащит упрямого Ефимова со “спиралью” траектории полета КА с малой тягой. Д.Е. его стимулирует (“стимул” по-гречески - погонялка для ослов).

Среди пионерских работ Д.Е. на ЭВМ было и преобразование формул на ЭВМ [27]. Идея научить компьютер преобразовывать формулы, как привычно делают в математике, привлекала многих первопроходцев в области освоения ЭВМ (сейчас это зовут компьютерной алгеброй). Задачи небесной и прикладной небесной механики были среди ведущих в ее разработке и применении – благо-

даря большому заделу в методах и необходимости использовать громоздкие выражения [28–29].

Дмитрий Евгеньевич построил решение задачи о разгоне КА в поле тяготения планеты под действием (электроракетного) двигателя малой тяги с орбиты спутника до ухода его по гиперболе в “бесконечность”. Две асимптотики траектории разгона КА, по спирали вблизи центра и уходящей по гиперболе в “бесконечности”, строились в виде формальных степенных рядов, соединенных численно [27-28]. Эта работа, выполненная на машине “Стрела”, поставила Дмитрия Евгеньевича в ряды пионеров нового направления программирования.

Задача была продолжена для случая энергетически оптимального разгона Ефимовым, аспирантом Д.Е. Спиральный разгон вблизи планеты представлялся полиномами Фурье с полиномиальными коэффициентами – рядами Пуассона в терминах компьютерной алгебры. Вместе с Т.И. Фроловой на “М-20” была решена громоздкая задача. Компьютерную алгебру в задачах астрономии и механики космического полета применяли в отделе А.П. Маркеев, М.Л. Лидов, А.Г. Сокольский, В.А. Сарычев и М.А. Вашковьяк [29].

Использование ЭВМ и программирование. Баллистический центр

Дмитрий Евгеньевич интересовался всеми новинками в области ЭВМ и программирования и осваивал их лично и с ближайшими помощниками.

Когда в ИПМ появилась импортная ЭВМ с дисплеем (без полного математического обеспечения и документации), он организовал ее освоение и восполнение недостающего. На ней была выполнена анимация движения модели шагающего робота и эволюция галактик при их гравитационном взаимодействии. Эволюция галактики знакома многим: она была заставкой в известной телепередаче “Очевидное – невероятное” С.П. Капицы. Эти пионерские работы показали мощь визуализации [30-31].

Пятый отдел ИПМ участвовал в разработке траекторий полетов к Луне, Марсу, Венере и их искусственным спутникам. В связи с работами по баллистике, управлению и навигации полетов аппаратов в космосе создавались большие комплексы программ [2, 8]. По предложению М.В. Келдыша и С.П. Королева в ИПМ был создан Баллистический центр для обеспечения управления полетом пилотируемых кораблей и автоматических аппаратов – БЦ ИПМ. Для управления полетом КА на всех участках и этапах полетов к различным целям: *к* **спутника***м* Земли и планет, космическим аппаратам разного типа были созданы соответствующие программные комплексы [32, 23].

Работа БЦ ИПМ обеспечивала повседневное сопровождение большого числа КА и, при большом объеме работ, часто круглосуточных, требовала автоматизации. Были созданы комплексы обработки данных, поступающих с пунктов слежения, интерактивные системы реального времени управления полетом КА, Рис. 9. Операторы баллистики лишь контролировали процессы в системе и могли оперативно вмешиваться в них.

Рис. 9. Д.Е. Охоцимский – капитан мушкетеров БЦ ИПМ. “Мушкетер“ – позывные БЦ ИПМ в общении баллистических центров.

Дмитрий Евгеньевич вместе с Эфраимом Лазаревичем Акимом вложили много сил в создание комплекса, старались, чтобы он соответствовал самому современному уровню, чтобы операторы центра имели все удобства в работе [24, 32]. Большую помощь в создании БЦ оказали программисты во главе с А.Н. Мямлиным и В.С. Штаркманом. БЦ ИПМ и сейчас обслуживает запуски и полеты космических аппаратов.

Еще один большой комплекс работ был связан с космической системой “Энергия-Буран”. Проведенный по заданию М.В. Келдыша анализ американской системы “Спейс-шатл” показал, что она имеет двойное назначение и может создавать угрозу безопасности страны [8, 33]. На высшем уровне было решено создавать систему “Энергия-Буран”. ИПМ, его Пятый и другие отделы приняли в ее разработке активное участие: в научном и программном обеспечении спуска корабля “Буран” в автоматическом режиме, в моделировании земной атмосферы и участков полета, в создании и проверке борто-

вых программ. Важную роль в создании большого комплекса бортовых программ сыграл подход и работы М.Р. Шуры-Буры и его коллектива [33]. Полет и посадка “Бурана” в автоматическом режиме прошли успешно, американский авиационно-космический журнал назвал беспилотную посадку "Бурана” самым выдающимся достижением нашей космонавтики после первого спутника и полета Гагарина [33].

Робототехника

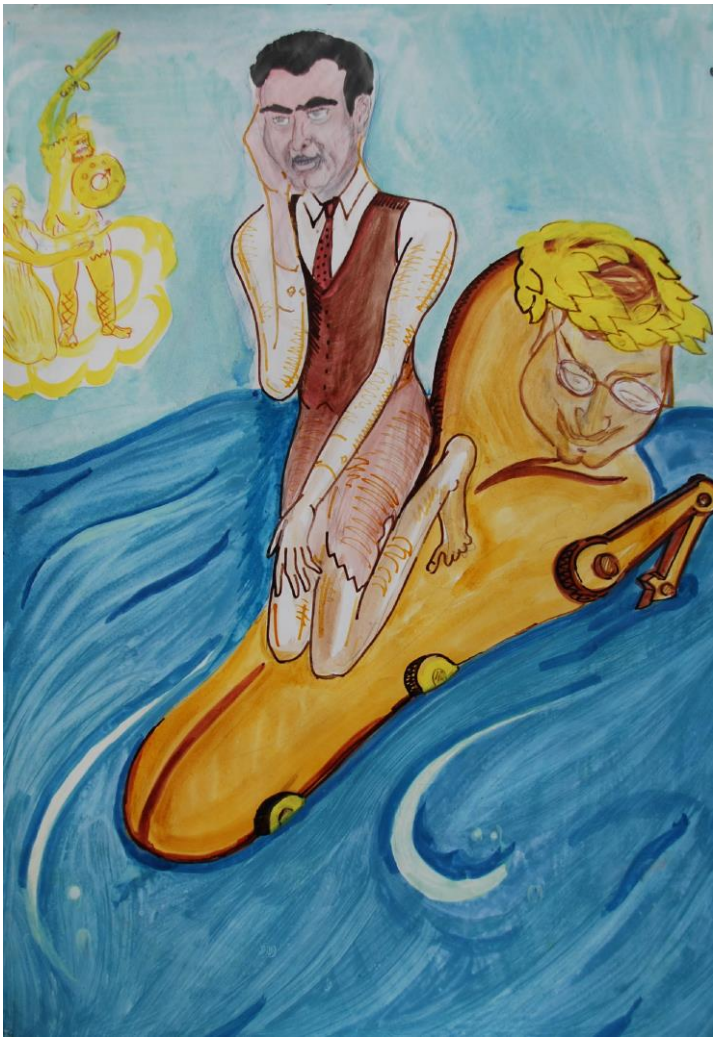

Рис.10. Похищение Платонова Охоцимским – переход к робототехнике от полетов к Венере и Марсу (которые очень обижены этим).

С конца 1960-х годов Дмитрий Евгеньевич вместе со значительной частью сотрудников отдела, аспирантами и студентами начал осваивать новую область – робототехнику [2, 13]. Очень активно включился в нее А.К. Платонов, а также В.В. Белецкий и их ученики [34-36, 37].

В процессе исследований по роботам развивались и применялись различные методы и направления в области искусственного интеллекта, системного программирования и теории управления. Изучались различные аспекты машинного видения, элементов искусственного интеллекта, компьютерной графики и др. [34–38].

Рис.11. Д.Е. Охоцимский во главе команды молодых ученых.

Наш генерал на славном шестиногом,
А впереди нелегкая дорога.
А позади дорога в четверть века,
И снова в путь. Вот участь человека.

В.В. Белецкий

Для построения алгоритмов движения роботов с учетом препятствий, определения положения в пространстве, выбора пути движения и т.п. развивались алгоритмы многоуровневого типа [34].

Были разработаны алгоритмы и программные системы управления ситуацией и движением робота [35]. В Московском университете под руководством Д.Е. Охоцимского многие годы работал общегородской семинар по изучению движения и алгоритмам управления, Рис. 11. В нем участвовал и биологи, обсуждая возможности и пути моделирования способов движений различных живых организмов и применения их для роботов.

Преподавание. Кафедра теоретической механики в МГУ

Много сделано Дмитрием Евгеньевичем и на ниве преподавания. Осенью 1959 года внезапно скончался заведующих кафедрой теоретической механики механико-математического факультета МГУ Николай Гурьевич Четаев, крупный ученый по устойчивости движения и аналитической динамике. На кафедре достойной замены ему не было. Четаев знал и ценил работы Охоцимского в области теоретической механики, где, казалось, уже не может быть новых интересных достижений (был его оппонентом – [6] с. 298). Указывал на Дмитрия Евгеньевича, как на возможного и достойного преемника. Он приглашает и добивается зачисления на кафедру Д.Е. Охоцимского (всего за три с половиной месяца до своей кончины) [39].

Рис. 12. “Колобок” – выпускник или дипломник из избушки, кафедры теоретической механики мехмата МГУ, где сидит Н.Г. Четаев, – катится в ИПМ.

В 1962 году Дмитрий Евгеньевич стал во главе кафедры – на сорок с лишним лет. Он усилил ее состав молодыми сотрудниками – М.Л. Лидовым, В.А. Егоровым, В.В. Белецким из 5-го Отдела ИПМ, Архангельским, В.Г. Деминым и другими. Прочел курс “Основ механики космического полета”, пользовавшийся очень большим успехом инженеров из многих фирм, по нему был издана книга [18].

Благодаря усилиям Дмитрия Евгеньевича, его энергии и притоку современных тем кафедра теоретической механики сильно повысила свой престиж

на мехмате МГУ (на кафедре сейчас 7 профессоров, а до него было 3). Со временем в ее название добавилось слово “мехатроника”. На рисунке 12 показан путь многих выпускников кафедры, из МГУ (от Четаева) – в 5-й Отдел ИПМ, к Дмитрию Евгеньевичу, В.В. Белецкому, А.К. Платонову, Т.М. Энееву, В.А. Егорову, а также М.Л. Лидову, Э.Л. Акиму, которые на рисунке не поместились, (В.А. Сарычев преподает в МФТИ). Этим путем прошли многие выпускники кафедры, автор в том числе, некоторые вернулись на нее профессорами.

В ИПМ давно существует базовая кафедра МФТИ, и в 5-м Отделе проходили и проходят обучение студенты Физико-технического института. Из их среды выросло также много отличных специалистов и крупных ученых. В процессе работ по космонавтике, робототехнике, освоению ЭВМ в Отделе выросла целая школа прекрасных специалистов высокого уровня – по механике и управлению, по искусственному интеллекту и программированию. Среди них целый ряд крупных ученых, докторов наук, профессоров, преподавателей МГУ, МФТИ, МАИ, МВТУ и сотрудников многих организаций.

Рис. 13. Дмитрий Евгеньевич, как “капитолийская волчица”, вырастил многих ученых.

На рисунке 13 (который автор, как ученик Дмитрия Евгеньевича, сделал к своему юбилею) Дмитрий Евгеньевич, подобно “капитолийской волчице”, растит и “выкармливает” многих ученых разных поколений. Одни – еще младенцы, другие уже идут на подвиги, В.В. Белецкий (в правом углу) готовится к подвигам. Дмитрий Евгеньевич не видал этот рисунок, но думаю, что он улыбнулся бы со всеми – его труды и в МГУ и в ИПМ по воспитанию прекрасных ученых сравниваются здесь с высокой классикой, вполне заслуженно.

Заключение

Из “мальчиков Келдыша”, как называли 5-й Отдел ОПМ в начале космической эпопеи их смежники, в процессе напряженной работы под руководством Д.Е. Охоцимского выросла блестящая школа по механике космического полета, известная во всем мире. Вместе с коллегами из КБ С.П. Королева и других организаций была проделана грандиозная работа по освоению космического пространства. Дмитрия Евгеньевича вместе с Тимуром Магометовичем Энеевым справедливо называли первыми баллистиками в нашей стране [40]. Со временем тематика работ 5-го Отдела значительно расширилась: от небесной механики и космогонии до робототехники, медицины и генетики.

Дмитрий Евгеньевич и 5-й Отдел ИПМ многие годы участвовали в очень ответственных работах. Руководя ими, он умел и привык требовать от сотрудников четкости, ответственности, следил и добивался полноценной работы. Бывало, довольно жестко. Во время нашей с В.А. Егоровым работы по полетам с малой тягой к астероидам Всеволод Александрович ему пожаловался, что мы с Н.С. Кониковой плохо работаем. Дмитрий Евгеньевич два месяца со мной не здоровался, пока не разобрались, что идеи Егорова в данном случае не работают, и отношение ко мне стало нормальным. Все, и не только в ИПМ, знали о его требовательности, о его умении настоять на своем.

На праздновании 70-летия Дмитрия Евгеньевича, совпавшего с избранием его в академики РАН, Владимир Васильевич Белецкий в своем тосте сказал: «Мы знали и достоинства Дмитрия Евгеньевича, и его недостатки. Оказалось, что достоинства – его, а недостатки – административной системы (так называли в те дни жесткую советскую систему управления)».

Дмитрий Евгеньевич был большим патриотом ИПМ, стремился всегда учитывать интересы не только Отдела, а всего Института. На одном из собраний Анатолий Николаевич Мямлин отметил, что Пятый отдел заботится о тех, кто помогает в его оперативных работах: включает в премии, помогает в получении техники.

При решении возникавших проблем Дмитрий Евгеньевич старался решить их сначала с непосредственно заинтересованными лицами, а уже потом выходить на высокое начальство. Когда нужна была комната рядом с машинным залом для отдыха операторов, круглосуточно работавших при полетах КА к планетам, он договорился сначала со всеми и потом уже утвердил этот вариант в дирекции. Когда в 90-е годы в Академии создавались новые институты, ему вместе с Эфраимом Лазревичем Акимом предложили отделить Отдел, вместе с Баллистическим центром, и создать свой институт, но они отказались покинуть ИПМ.

Во время оперативных работ при запусках спутников, при полетах к Луне и планетам Пятый отдел занимал много машинного времени за счет других отделов и задач в своем отделе. Это вызывало неудовольствие, ведь в ИПМ машинное время постоянно было дефицитным. Но случалось, “отодвигали” и 5-й отдел. Когда отлаживалась новая Оперативная Система ИПМ, созданная в

отделе М.Р. Шуры-Буры, с новыми возможностями, нацеленными на будущее, М.В. Келдыш дал приказ Платонову, готовившему в те дни полет к Венере, дать «зеленый свет» на машине этим теоретическим работам [8, 21].

Дмитрий Евгеньевич ценил и требовал от сотрудников четкости, ответственности, иногда бывал и казался суровым. В то же время он был внимательным и заботливым в отношении своих сотрудников. Многие из нас испытали это в трудные минуты: он помогал лечь в хорошую больницу, при получении жилья. Мне он помог получить разрешение на кооператив (очень трудное: жена и сын были прописаны в Подмосковье). Подписал письмо у М.В. Келдыша, попросил похлопотать замдиректора ИПМ Николая Михайловича Светлова. Дмитрий Евгеньевич умел тщательно все подготовить, предусмотреть и добиваться “положительного” решения, как говорят чиновники. Его отношения к нам стало особенно заметным в последние годы: мы его видели не таким строгим, он “мог себе это позволить”, и ему это было приятно.

Софья Александровна Охоцимская вспоминает, как он волновался, переживал за своих сотрудников, даже находясь в больнице: «Он вас любил, переживал за вас, беспокоился» [41].

О Дмитрии Евгеньевиче и о долгих годах работы с ним многое можно вспомнить, и вспоминается с благодарностью.

Вечная ему память.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Келдыш М.В.* Избранные труды. Ракетная техника и космонавтика / под ред. В.С. Авдуевского и Т.М. Энеева. – М.: Наука, 1988. – 430 с.
2. Прикладная механика и управление движением: сб. статей, посвященный 90-летию со дня рождения Д.Е. Охоцимского / Составители: Т.М. Энеев, М.Ю. Овчинников, А.Р. Голиков. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша. 2010. – 368 с. – URL.: http://keldysh.ru/memory/okhotsimsky.
3. *Охоцимский Д.Е.* Воспоминания (расшифровка магнитофонной записи Т.Д. Охоцимской) // Прикладная механика… – М.: 2010. – С. 293-302.
4. *Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М.* Диалог Разговор – воспоминания об истории ИПМ и отечественной космической программы в Абрамцево, 3 января 2002 г. // Прикладная механика... – М.: 2010. – С. 303-327.
5. *Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М., Аким Э.Л., Сарычев В.А.* Прикладная небесная механика и управление движением. // Прикладная механика... – С. 328-367.
6. *Платонов А.К.* Долгий путь к звездам. – В кн.: Будущее прикладной математики. Лекции для молодых ученых. Поиски и открытия / под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 2009. – 640 с.
7. Точные науки и науки о человеке. Интервью с Б.В. Раушенбахом // Вопросы философии. – 1989. № 4. – С. 110. По статье: *Сайко Э.В., Трухан Н.М.* На острие научной мысли. К 100-летию со дня рождения академика Б.В. Раушенбаха // Вестник РАН. – 2015. Т. 85, № 4. – С.359-365.
8. *Келдыш М.В.* Творческий портрет по воспоминаниям современников. – М.: Наука, 2002. – 298 с.
9. *Егоров В.А., Камынин С.С., Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М.* Теоретические исследования динамики полета составных крылатых ракет дальнего действия // М.В. Келдыш. Ракетная техника и космонавтика. – М.: 1988. – С. 147.
10. *Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М.* Некоторые вариационные задачи, связанные с запуском искусственного спутника Земли // УФН. – 1957, т.63, в.1а, – С. 5-32. Также: *Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М.* О выведении искусственного спутника Земли на орбиту // VIII International Astronautically Congress, Barcelona 1957. Proceedings. – Springer-Verlag. Wien. 1958. – P. 484-513.
11. *Голубев Ю.Ф.* Дифференцирование функционалов. Метод Охоцимского // Прикладная механика... – М.: 2010. – С. 33-57.
12. *Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М., Таратынова Г.П.* Определение времени существования искусственного спутника Земли и исследование вековых возмущений его орбиты // УФН. – 1957, т.63, вып.1а. – С. 33-50. Также: *Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М., Таратынова Г.П.* Определение времени существования искусственного спутника Земли… // VIII International Astronautically Congress… – P. 514-532.
13. *Платонов А.К.* О построении движений в баллистике и мехатронике // При-

кладная механика… – М.: 2010. – С. 127 - 222.

14. *Егоров В.А.* О некоторых задачах динамики полета к Луне // УФН. 1957. Т. 63, вып. 1а. – С. 73-117.
15. *Ивашкин В.В.* Лунные траектории космических аппаратов: пионерские работы в Институте прикладной математики и их развитие // Прикладная механика… – С. 73 - 106.
16. *Сарычев В.А.* Д.Е. Охоцимский и его роль в создании систем пассивной ориентации спутников // Прикладная механика… – С. 223 - 272.
17. *Охоцимский Д.Е., Голубев Ю.Ф., Сихарулидзе Ю.Г.* Алгоритмы управления космическим аппаратом при входе в атмосферу. – М.: Наука. 1975. – 399 с.
18. *Охоцимский Д.Е.* Динамика космических полетов. Курс лекций. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1968. – 157 с.
19. М.В. Келдыш и его институт. Первое двадцатилетие. – М.: Изд-во Кабинет-музей М.В. Келдыша. 2001. – С.18.
20. *Платонов А.К., Казакова Р.К.* Создание проектного и оперативного баллистического обеспечения полётов космических аппаратов. Проектные работы на первых ЭВМ. / Препринты ИПМ им М.В. Келдыша, – 2014 № 37. – 36 с. – URL.: http://library.keldysh.ru/prep_ls.asp?id=2014-37
21. *Луховицкая Э.С., Езерова Г.Н.* К вопросу об истории информатики в России. // Препринты ИПМ им М.В. Келдыша, – 2012 № 49. – 12 с. – URL.: http://library.keldysh.ru/prep_ls.asp?id=2012-49 . *Луховицкая Э.С., Езерова Г.Н.* Информатика в ИПМ. 1960-е годы // Препринты ИПМ им М.В. Келдыша, – 2013. № 29. – 33 с. – URL.: http://library.keldysh.ru/prep_ls.asp?id=2013-19.
22. *Охоцимский Д.Е., Кондрашова И.Л., Власова З.П и др.* Расчет точечного взрыва с учетом противодавления // Труды Математического института им. В.А. Стеклова. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. Т. L.
23. *Казакова Р.К.* Точечный взрыв в атмосфере // Прикладная механика… – С. 107-118. *Казакова Р.К.* Точечный взрыв в атмосфере. / Препринты ИПМ им М.В. Келдыша, – 2009. № 25. – URL.: http://library.keldysh.ru/prep_ls.asp?id=2009-25 .
24. *Аким Э.Л., Энеев Т.М.* Движение искусственных спутников Земли. Межпланетные полеты // Прикладная механика… – С. 7-28. *Аким Э.Л., Энеев Т.М.* Определение параметров движения космического летательного аппарата по данным траекторных измерений // Космические исследования. – 1963. Т. 1, №1. – С. 5-50. *Аким Э.Л.* Определение поля тяготения Луны по движению искусственного спутника Луны «Луна-10». // Доклады АН СССР. – 1966. Т. 170, № 4. – С. 799 - 802.
25. *Белецкий В.В., Голубков В.В., Лавровский Э.К. и др.* Определение ориентации и вращения искусственных спутников по данным измерений // Космические исследования. – 1967. Т. 5, № 5. – С. 686 - 702.
26. *Ершов А.П., Шура-Бура М.Р.* Становление программирования в СССР. Ч.1.

Начальное развитие. // Препринт № 12. – Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1976. – 42 с.; *Ершов А.П., Шура-Бура М.Р.* Становление программирования в СССР. Ч.2. Переход ко второму поколению языков и машин // Препринт № 13. – Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1976. – 41 с.; *Ершов А.П., Шура-Бура М.Р. //* Кибернетика. – 1976, № 6. – С. 141-160.

27. *Охоцимский Д.Е.* Исследование движения в центральном поле сил под действием постоянного касательного ускорения // Космические исследования. – 1964. Т. 2, № 6. – С. 817-842.
28. *Ефимов Г.Б., Зуева Е.Ю., Щенков И.Б.* Компьютерная алгебра в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша // Математическое моделирование. 2001. Т. 13, № 6. С. 11 – 18. *Efimov G.B., Tshenkov I.B., Zueva E.Yu.* On the History of Computer Algebra at the Keldysh Institute of Applied Mathematics // J. Impagliazzo and E. Prodyakov (eds.). SoRuCom 2006. // IFIP AICT 357, 2011. – P. 220 – 227; *Грошева М.В., Ефимов Г.Б., Самсонов В.А.* История использования аналитических вычислений в задачах механики // – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, МГУ им. М.В. Ломоносова. Институт механики. 2005. – 87 с.
29. *Ефимов Г.Б.* Работы Д.Е. Охоцимского по разгону космического аппарата с малой тягой и исследования по полетам с малой тягой в Институте прикладной математики // Прикладная механика… – С. 57-72. *Ефимов Г.Б., Ефимова М.В.* Работы Д.Е. Охоцимского по символьным вычислениям и программированию // Математичні машини і системи. – Київ. 2012. № 1. – С. 194-200.
30. *Платонов А.К., Боровин Г.К., Карпов И.И., Лазутин Ю.М., Ярошевский В.С.* Алгоритмы построения изображения на экране дисплея. // Препринт № 67 – М.: ИПМ АН СССР. 1972. – 52 с.
31. *Козлов Н.Н., Сюняев Р.А., Энеев Т.М.* Приливное взаимодействие галактик // ДАН СССР. – 1972. Т. 204, № 3. – С. 579 – 582; *Козлов Н.Н., Сюняев Р.А., Энеев Т.М.* Приливное взаимодействие галактик // Вестник Академии наук СССР. – 1974. № 7. – С. 50-61.
32. *Аким Э.Л., Мямлин А.Н., Попов Г.С., Калашников Р.В.* Информационно-вычислительная интерактивная система для баллистического обеспечения полета космических аппаратов // Труды 4 Объединенных научных чтений по космонавтике. Секция “Прикладная небесная механика и управление движением”. – М.: ИИЕТ. 1980. – С. 5-15.
33. *Сихаулидзе Ю.Г.* Слово об академике Д.Е. Охоцимском // Прикладная механика… – С. 273-291; Михаил Романович Шура-Бура. К 100-летию со дня рождения. – М.: ИПМ им. М.В.Келдыша. 2018. – С. 14.
34. *Охоцимский Д.Е., Платонов А.К.* Алгоритмы управления шагающим аппаратом, способным преодолевать препятствия // Известия АН СССР, техническая кибернетика. – 1973. № 3. – С. 3-10.
35. *Макаров И.М., Охоцимский Д.Е., Платонов А.К.* Научные проблемы про-

граммного обеспечения робототехнических систем // Программное обеспечение промышленных роботов. – М.: Наука, 1986. – С. 5-20.

36. *Платонов А.К., Лазутин Ю.М., Ярошевский В.С.* Системное программное обеспечение задач робототехники // Программное обеспечение промышленных роботов. – М.: Наука, 1986. – С. 110-122.
37. *Белецкий В.В.* Двуногая ходьба: модельные задачи динамики и управления. — М.: Наука, 1984. — 288 с.
38. *Зуева Е.Ю.* Компьютерное зрение в ИПМ им. В.М. Келдыша РАН – история развития // Математичні машини і системи. – Київ. 2009. № 4. – С. 18-26.
39. *Якимова К.Е., Ефимов Г.Б.* Николай Гурьевич Четаев // Труды XI Четаевской конференции, Казань, 3-17 июня 2017 г. – Казань, КГТУ, 2017. Пленарные доклады. – С. 210 - 221.
40. *Сазонов В.В.* Воспоминания о Т.М. Энееве. // В кн.: *Р. Бегиева-Кучемезова.* Свет звезды и свечи. К 90-летию со дня рождения Т.М. Энеева – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша. 2015. – С. 78-80. – URL.: http://library.keldysh.ru/e-biblio/eneev/.
41. *Охоцимская С.А.* Воспоминания Софии Александровны Охоцимской // Прикладная механика… – С. 118-126.
42. *Якимова К.Е., Татаринов Я.В., Трещев Д.В., Карапетян А.В.* Д.Е. Охоцимский: полвека в МГУ // Вестник Моск. ун-та. Сер. 1. Математика, Механика. – 2008. № 6. (41). – С. 3-5.

Оглавление

Предисловие....3
Работы по космонавтике....4
Первый искусственный спутник Земли....7
Создание механики космического полета....10
Первые, пионерские работы на ЭВМ....13
Работы по компьютерной алгебре....14
Использование ЭВМ и программирование. Баллистический центр....15
Робототехника....17
Преподавание, кафедра теоретической механики в МГУ....19
Заключение....21
Литература....23