

У нас есть Журнал

Игорь Агафонович Борачинский, знаменитый преподаватель кафедры высшей математики: «Дифференцировать при должном терпении можно научить и зайца, а вот интегрированию зайца не научишь»

Бюро находок

газета Московского физико-технического института

ЗА НАУКУ

Новый номер газеты

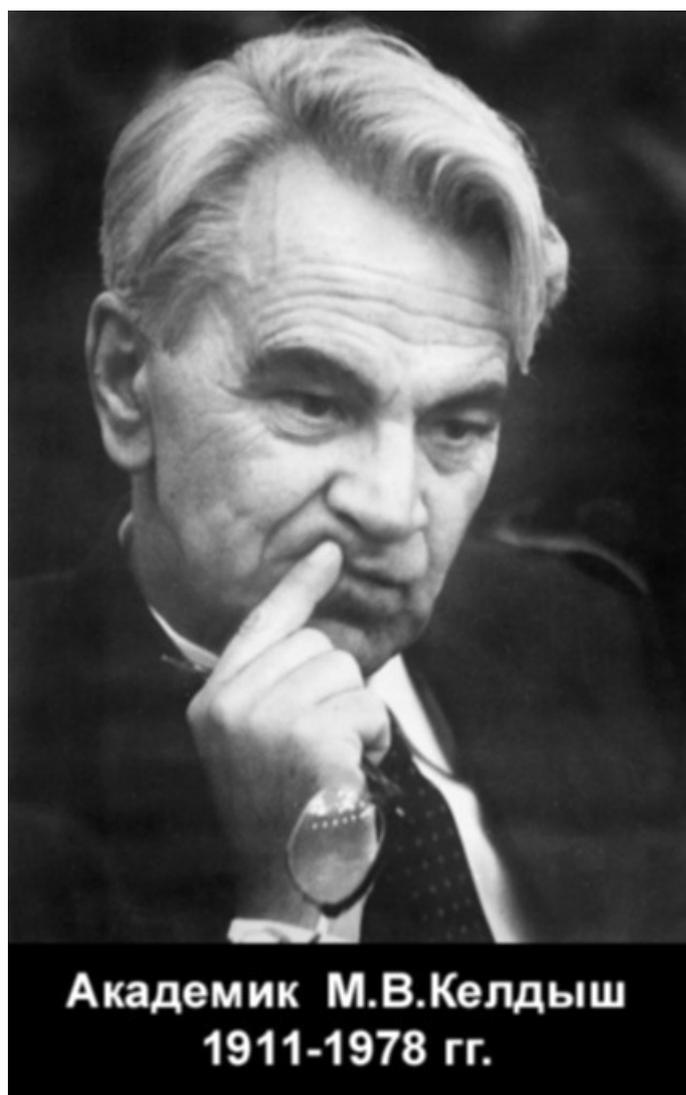
Новости

Редакция

Архив

Контакты

Академик М.В. Келдыш – главный теоретик отечественной космонавтики



**Академик М.В.Келдыш
1911-1978 гг.**

0 февраля исполнилось 95 лет со дня рождения академика, Трижды Героя социалистического труда Мстислава Всеволодовича Келдыша. Его знают как выдающегося ученого, математика и механика. Его знают как Главного теоретика космонавтики, одного из создателей и руководителей отечественной космической программы. Его знают как Президента Академии наук, много лет возглавлявшего главный штаб отечественной науки, и как первого директора Института прикладной математики.

Талант М.В. Келдыша опирался на глубокую интуицию механика, высочайшую математическую культуру и профессиональное владение инженерными вопросами. Он как никто другой умел, идя от конкретной инженерно-технической проблемы, сформулировать адекватную математическую модель, предложить эффективные математические методы ее исследования, дать конструктивные решения. Блестящие работы совсем еще молодого ученого позволили решить ряд важных технических вопросов. Так в 1942 г. за решение проблемы флаттера самолетов М.В. Келдышу была присуждена Сталинская премия. В 1946 г. Сталинская премия была присуждена ему вторично за решение проблемы шимми - устойчивости переднего колеса трехколесного шасси самолета.

Деятельность М.В. Келдыша в области ракетной техники и космонавтики шла по четырем направлениям. Он возглавлял РНИИ, руководил научными исследованиями по ракетодинамике и прикладной небесной механике сначала в МИАН, а затем с

1953 г. в Институте прикладной математики АН СССР. М.В. Келдыш координировал работы Академии наук по созданию научной аппаратуры для внеземных исследований и осуществлял государственную научную экспертизу проводимых в стране работ в области ракетной техники и исследования космического пространства.

Еще до запуска первого ИСЗ, коллективом, руководимым М.В. Келдышем, был получен ряд принципиально важных результатов, оказавших серьезное влияние на развитие ракетной и космической техники. После 1957 г. фронт руководимых М.В. Келдышем работ существенно расширился. Было выполнено проектирование межпланетных полетов космических аппаратов к Луне, Марсу и Венере. Блестящим примером «лунного» цикла работ явились исследования по выбору траектории облета и фотографирования обратной стороны Луны.

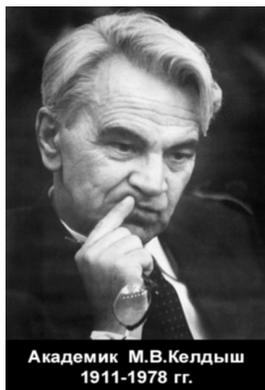
С именем М.В. Келдыша связано становление новой науки – вычислительной математики, без которой были бы невозможны многие фундаментальные достижения современности. Атомная проблема, потребовавшая огромных усилий, была решена в весьма короткие сроки. Был создан «ракетно-ядерный щит» страны. Огромную роль в этом проекте сыграло содружество трех «К» (Келдыш, Курчатов, Королев). М.В. Келдыш принимал участие в этом титаническом труде и как руководитель большого коллектива ученых, и как автор многих идей и вычислительных методов.

В Мстиславе Всеволодовиче прекрасно сочетались качества дерзновенного мечтателя и трезвого реалиста. И чем больше проходит времени, тем яснее мы сознаем его роль для страны как великого ученого, патриота и гражданина.

Директор ИПМ им.М.В.Келдыша РАН,

Заведующий кафедрой прикладной математики, член-корр. РАН Ю.П.Попов

Заместитель директора Института, профессор Э.Л.Аким



Выпуск № 1744-1745

[Переход к стратегии развития](#)

[Солнечный ветер сдует энергетический кризис](#)

[Лучшие председатели студсоветов](#)

[Академик М.В. Келдыш – главный теоретик отечественной космонавтики](#)

[XXX Академические Чтения по космонавтике](#)

[Привет родителям! ВНИМАНИЕ! КОНКУРС](#)

[“Клуб - 800“ открыт](#)

[Каникулы в Еришове](#)

[Лыжня России-2006](#)

[1744-1745](#)

Академик М.В. Келдыш. Механика космического полета

Академик Т.М. Энеев
Зам. директора ИПМ им. М.В. Келдыша, профессор Э.Л. Аким

Пятьдесят лет назад, 4 октября 1957 года человечество впервые вывело в космос устройство, которое длительное время летало по околоземной орбите, подавая сигналы о функционировании его бортовых приборов. С помощью ракеты Р-7 был запущен первый искусственный спутник Земли.

Запуск этого спутника имел длительную и сложную предысторию. О космических полетах люди мечтали с давних пор. Впервые эта мечта приобрела реальную базу после пионерской работы Циолковского, показавшего, что такие полеты осуществимы с помощью ракетной техники. Им была выведена знаменитая формула, по которой можно рассчитать запас топлива, необходимый для приобретения нужной скорости ракеты, разработаны начала теории составных ракет.

Однако реальная работа по реализации идеи космического полета началась уже после войны благодаря крайней необходимости в развитии ракетной техники для военных целей. Чтобы противостоять возникшей тогда угрозе ядерного нападения на Советский Союз, потребовалось создать межконтинентальную составную

баллистическую ракету. В конструкторском бюро блестящего инженера и конструктора Сергея Павловича Королева такая ракета — знаменитая Р-7 — была создана. Разумеется, королевское КБ работало в кооперации с другими организациями, создававшими двигатели, систему управления, стартовое устройство и т. п. Здесь следует упомянуть главных конструкторов В.П. Глушко, Н.Н. Пилюгина, М.С. Рязанского, В.И. Кузнецова, В.П. Бармина. Нельзя не вспомнить и о прекрасных помощниках Сергея Павловича Королева, его заместителях В.П. Мишине, В.А. Воскресенском, К.Д. Бушуеве, Б.Е. Чертоке.

Но уже в период напряженной работы по созданию ракет некоторые ее активные участники думали о космическом полете. Наиболее серьезные исследования проводились двумя коллективами — группой М.К. Тихонравова в одном из военно-технических институтов и группой М.В. Келдыша в Математическом институте имени В.А. Стеклова. Эти исследования горячо поддерживал Королев, который с самого начала работ по созданию больших ракет предвидел их космическое применение. В 1950 г. он поразил ученых стекловского института, обсуждавших с ним вопросы проектирования Р-7, брошенной вскользь фразой: "Облетим мы все-таки вокруг земного шарика!"

Конечно, главной фигурой в реализации первых советских космических полетов был Королев. Однако наряду с ним следует упомянуть еще одного человека, внесшего сравнимый вклад в развитие нашей ракетной и космической техники, — Мстислава Всеволодовича Келдыша.

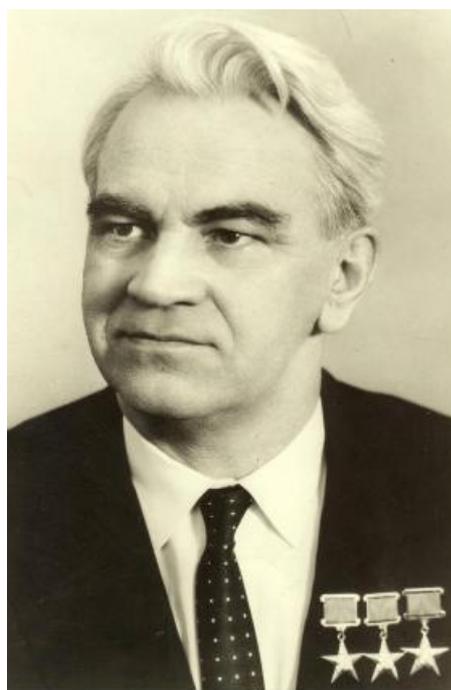


Рис. 1. Мстислав Всеволодович Келдыш

В 1946 г. в тридцатипятилетнем возрасте, только что избранный действительным членом Академии наук СССР, М.В. Келдыш был назначен начальником Реактивного научно-исследовательского института (РНИИ) — ныне Исследовательский центр им. М.В. Келдыша. С 1948 г. он начал работы по ракетодинамике и прикладной небесной механике в руководимом им отделе механики Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР.

Следует отметить, что первоначально основное внимание Мстислава Всеволодовича, естественно, было сосредоточено на военных аспектах применения ракетной техники. Однако есть все основания полагать, что он, также как и С.П. Королев, уже на ранних этапах исследовательских работ думал и об их "космическом" будущем. Во всяком случае, в самом начале пятидесятых годов в ответ на вопрос одного из сотрудников отдела механики МИАН о возможности развивать в отделе теорию космического полета он не только горячо поддержал эту идею, но и предложил начать работу, не откладывая на будущее.

С 1948 г. М.В. Келдышем сначала в МИАНе, а затем в Институте прикладной математики АН СССР в отделе, возглавляемом академиком Д.Е. Охоцимским, был развернут широкий фронт работ по ракетодинамике и механике космического полета. Уже в первый период этих работ, еще до запуска первого искусственного спутника Земли, коллективом, руководимым М.В. Келдышем, был получен ряд принципиально важных результатов, оказавших серьезное влияние на развитие ракетной и космической техники. Отметим некоторые, наиболее важные из них.

В 1949-1951 гг. выполнен цикл работ, посвященный анализу и определению оптимальных схем и характеристик

составных ракет. Эти работы помогли С.П. Королеву сделать окончательный выбор схемы составной ракеты Р-7. В этот период выполнены работы по определению оптимального программного управления. Результаты этих работ помогли серьезно улучшить летные характеристики ракеты Р-7 и межконтинентальных крылатых ракет, а впоследствии послужили теоретической основой для многих дальнейших исследований. В этот же период были решены трудные задачи движения ракеты около центра масс, в которых учитывалась подвижность жидкости, имевшей свободную поверхность в баках ракеты.

В ходе летных испытаний баллистических ракет сотрудниками Института были выполнены на первой универсальной ЭВМ "Стрела-1" прогнозы точек падения головных частей ракет. Эти оперативные определения проводились по данным траекторных измерений, поступавшим в Институт от наземных средств слежения по телеграфным каналам связи. В машинном зале "Стрелы-1" стоял связной аппарат, который связывал Институт с измерительно-управляющими пунктами МО. Это был обычный полевой аппарат, на крышке которого было написано "осторожно, враг подслушивает". По этому аппарату поисковой группе передавали прогнозируемые координаты точки падения головной части ракеты. Позже

получали информацию о достоверности переданного прогноза.

В 1953 г. в Институте был впервые предложен баллистический спуск космического аппарата с орбиты на Землю и показана возможность его использования при пилотируемых полетах. В результате применения этого метода космический полет Ю.А.Гагарина был завершен удачным приземлением. В 1954 г. сотрудниками Института разработан первый конкретный вариант системы гравитационной (пассивной) стабилизации искусственного спутника и построена теория такой стабилизации. Все упомянутые работы были выполнены впервые в мире.

В 1954 г. М.В. Келдыш совместно с С.П. Королевым и М.К. Тихонравовым выдвинул предложение о создании искусственного спутника Земли и принял непосредственное участие в подготовке докладной записки для правительства на эту тему. В 1956 г. Мстислав Всеволодович был назначен председателем специальной комиссии Президиума АН СССР по ИСЗ (комиссия по объекту "Д"). В 1958 г. решением ЦК КПСС и СМ СССР М.В. Келдыш был назначен председателем Межведомственного совета по космическим исследованиям при Академии наук (МНТС по КИ). С этого момента и как руководитель комплексных научно-технических разработок, и как председатель МНТС по КИ М.В. Келдыш нес особую

ответственность за ход выполнения космической программы СССР, даже в самый напряженный период его многосторонней деятельности, когда с 1961 г. по 1975 г. он был президентом Академии наук СССР.

Став президентом АН СССР, Мстислав Всеволодович получил возможность на новом, более высоком уровне руководить разработкой и реализацией советской космической программы. Круг научных проблем, которые решались в эти годы, необычайно широк и разнообразен. С его непосредственным участием исследовались общие проблемы космонавтики, тенденции и перспективы ее развития. В поле его зрения постоянно находились механика космического полета, теория управления, навигация, ориентация.

Творческий контакт и дружба Мстислава Всеволодовича Келдыша с Сергеем Павловичем Королевым имели историческое значение. Именно благодаря этому контакту и дружбе наша ракетная техника развивалась очень быстро, и особенно быстро — техника космического полета. Вообще, в плеяде перечисленных выше замечательных людей Мстислав Всеволодович играл особую роль. Благодаря именно его идеям и инициативе удавалось преодолеть очень трудные моменты в становлении нашей ракетной и космической техники, организовать систематическое проведение

космических исследований в нашей стране.

После запуска первого искусственного спутника Земли фронт руководимых М.В. Келдышем работ в ОПМ МИАН существенно расширился, и в последующие годы в механике космического полета практически не было более или менее серьезных вопросов, которые в той или иной мере не были затронуты М.В. Келдышем и его "командой". Так, сразу после запуска первого ИСЗ в ОПМ МИАНа были развернуты работы по обеспечению слежения за полетом спутников Земли и других космических аппаратов. Сотрудниками М.В. Келдыша разработана методика и впервые осуществлено определение орбиты с помощью ЭВМ. Позднее при ОПМ МИАН был создан Баллистический центр, который вошел в общую систему координационно-вычислительных центров СССР. В их задачу входили сбор и обработка траекторной информации с целью определения истинных орбит летящих объектов, а также выработка соответствующих управляющих команд. Центр стал неотъемлемой частью замкнутого контура управления полетом космических аппаратов и способствовал успешному выполнению космических программ.

Были развернуты работы по комплексному баллистическому проектированию космических полетов к Луне, Марсу и Венере. М.В. Келдыш не

только руководил этими проектными исследованиями. Огромное внимание он уделял реализации проектов.

Первоначально главные усилия были направлены на решение задачи достижения Луны и исследования окололунного пространства. Соответствующие работы были проведены в сжатые сроки под общим руководством М.В. Келдыша. Блестящим примером работы из "лунного" цикла явился выбор траекторий облета и фотографирования невидимой с Земли стороны Луны для КА "Луна-3".

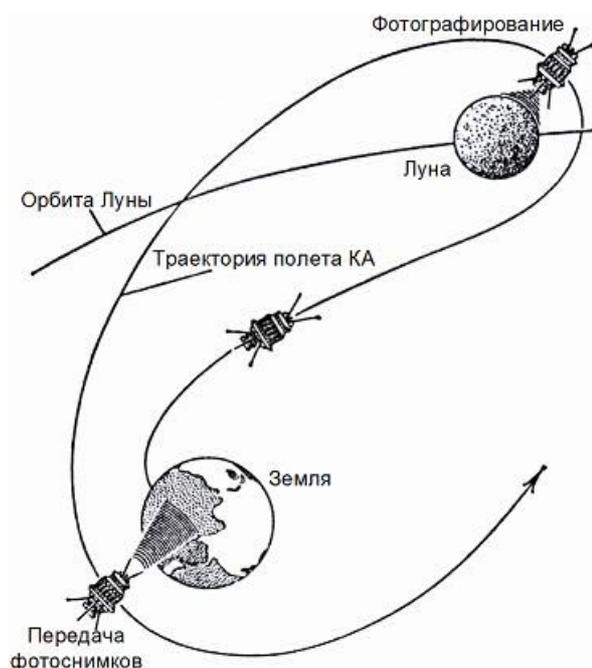


Рис. 2. Схема полета КА "Луна-3"

Здесь впервые в мировой практике был предложен и успешно реализован "гравитационный маневр" — целенаправленное изменение траектории КА в результате возмущения его движения небесным телом (Луной).

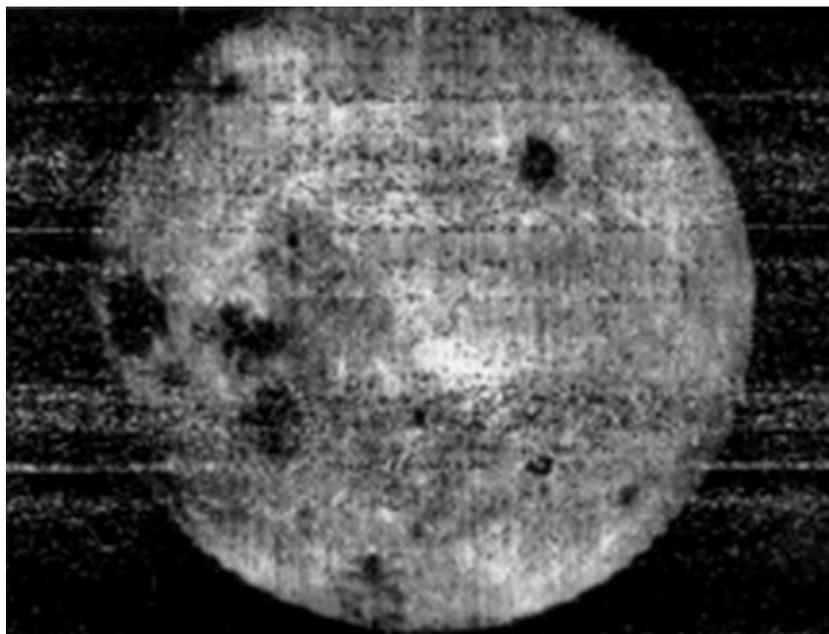


Рис. 3. Первая фотография обратной стороны Луны, полученная КА "Луна-3"

В Институте выполнены и реализованы в ЛКИ совместно с промышленностью проектные исследования, связанные с навигационным обеспечением полетов к Луне всех отечественных лунных КА. Перечень этих 24 КА представлен на следующем рисунке.

КА первого поколения				
Дата запуска	Название	φ	λ	
02.01.1959	«Луна-1»	-	-	Пролет над Луной (5 тыс. км)
12.09.1959	«Луна-2»	Море Ясности		Достигла поверхности Луны
04.10.1959	«Луна-3»	-	-	Фотографирование обратной стороны Луны
КА второго поколения				
1963-1965	«Луна-4»- «Луна-8»	-	-	Отработка мягкой посадки
31.01.1966	«Луна-9»	64°22' з.д.	7°08' с.ш.	Первая мягкая посадка
31.03.1966	«Луна-10»	-	-	Первый ИСЛ
24.08.1966	«Луна-11»	-	-	Второй ИСЛ
22.10.1966	«Луна-12»	-	-	Третий ИСЛ
21.12.1966	«Луна-13»	62°03' з.д.	18°52' с.ш.	Вторая мягкая посадка
07.04.1968	«Луна-14»	-	-	Четвертый ИСЛ
КА третьего поколения				
13.07.1969	«Луна-15»	-	-	Пятый ИСЛ
12.09.1970	«Луна-16»	56°18' в.д.	0°41' ю.ш.	Доставка на Землю лунного грунта
10.11.1970	«Луна-17»	35°00' з.д.	38°17' с.ш.	Доставка Лунохода-1
02.09.1971	«Луна-18»	Море Изобилия		Посадка неблагоприятная
28.09.1971	«Луна-19»	-	-	Шестой ИСЛ
14.02.1972	«Луна-20»	56°33' в.д.	3°32' с.ш.	Доставка на Землю лунного грунта
08.01.1973	«Луна-21»	30°27' в.д.	25°51' с.ш.	Доставка Лунохода-2
29.05.1974	«Луна-22»	-	-	Седьмой ИСЛ
28.10.1974	«Луна-23»	Море Кризисов		Посадка неблагоприятная
09.08.1976	«Луна-24»	62°12' в.д.	12°45' с.ш.	Доставка на Землю лунного грунта
Отработка пилотируемого облета Луны (в беспилотном варианте)				
1968-1970	Зонд-5-8	-	-	Облет Луны и посадка на Землю

Рис. 4. Перечень полетов к Луне

Особо следует отметить первую мягкую посадку на поверхность Луны автоматической станции "Луна-9", первый искусственный спутник Луны "Луна-10" и станцию "Луна-16" (Проект "Е-8"), впервые осуществившую забор и доставку на Землю образцов лунного грунта.



Рис. 5. "Луна 20". Контейнер с лунным грунтом

В разгар работ по подготовке лунных экспедиций Мстислав Всеволодович Келдыш и Сергей Павлович Королев приняли совместное решение начать баллистическое проектирование беспилотных полетов к Марсу и Венере. В Институте были разработаны принципиальные технические решения, сыгравшие в дальнейшем большую роль в развитии космической техники: разработка метода разгона аппарата с промежуточным выведением на незамкнутую орбиту искусственного спутника Земли (рис. 6), который стал впоследствии универсальным способом разгона космических аппаратов; принципиальная схема управления полетом КА, которая легла в основу всех работ как по баллистическому проектированию, так и по практическому управлению полетами межпланетных КА.

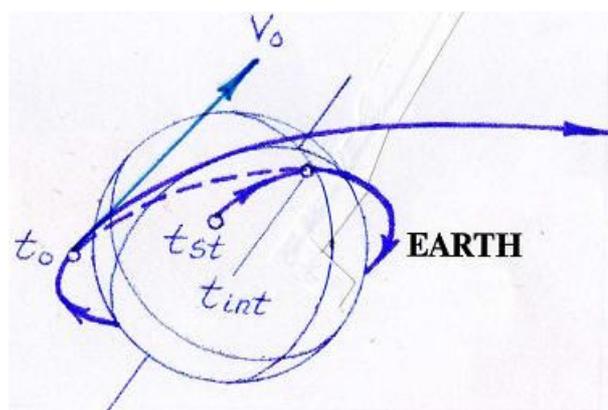


Рис. 6. Метод разгона аппарата с промежуточным выведением на незамкнутую орбиту искусственного спутника Земли

Эта схема обеспечивала достижение как максимальной точности управления в ходе полета, так и минимальных массовых затрат, связанных с созданием самой системы управления. Под руководством М.В. Келдыша коллектив ОПМ участвовал во всех проектно-баллистических работах, а также работах по баллистико-навигационному обеспечению полетов космических аппаратов, предназначенных для исследования межпланетного космического пространства, планет и малых тел солнечной системы. Наиболее наглядными являются полеты наших 16 КА к Венере, представленные на рис. 7.

Дата пуска	АМС	Дата полета	Координаты посадки СА		ОА
			Широта (град)	Долгота, (град)	
12.02.1961	«Венера-1»	19.05.1961			расст. ~100 тыс. км
12.11.1965	«Венера-2»	27.02.1966			расст. ~24 тыс. км
16.11.1965	«Венера-3»	01.03.1966	достигла поверхности		
12.06.1967	«Венера-4»	18.10.1967	19,0	38,0	
05.01.1969	«Венера-5»	16.05.1969	-3,0	18,0	
10.01.1969	«Венера-6»	17.05.1969	-5,0	23,0	
17.08.1970	«Венера-7»	15.12.1970	-5,0	351,0	
23.03.1972	«Венера-8»	22.07.1972	-10,0	335,0	
08.06.1975	«Венера-9»	22.10.1975	31,7	290,8	ИСВ
14.06.1975	«Венера-10»	25.10.1975	16,0	291,0	ИСВ
09.09.1978	«Венера-11»	25.12.1978	-14,0	299,0	
14.09.1978	«Венера-12»	21.12.1978	-7,0	294,0	
30.10.1981	«Венера-13»	01.03.1982	-7,5	303,5	
04.11.1981	«Венера-14»	05.03.1982	-13,0	310,0	
02.06.1983	«Венера-15»	10.10.1983			ИСВ
07.06.1983	«Венера-16»	14.10.1983			ИСВ

Рис. 7. Перечень полетов к Венере

Особо следует отметить "Венеру-4", осуществившую впервые передачу на Землю параметров атмосферы планеты; первые искусственные спутники Венеры "Венеру-9", "Венеру-10" и их посадочные аппараты (рис. 8), обеспечившие передачу на Землю первых панорам с поверхности этой загадочной планеты; ИСВ "Венера-15" и "Венера-16", позволившие с помощью уникального эксперимента по радиокартографированию Венеры (рис. 9) построить качественные изображения планеты и ее рельефа, создать первый атлас Венеры.

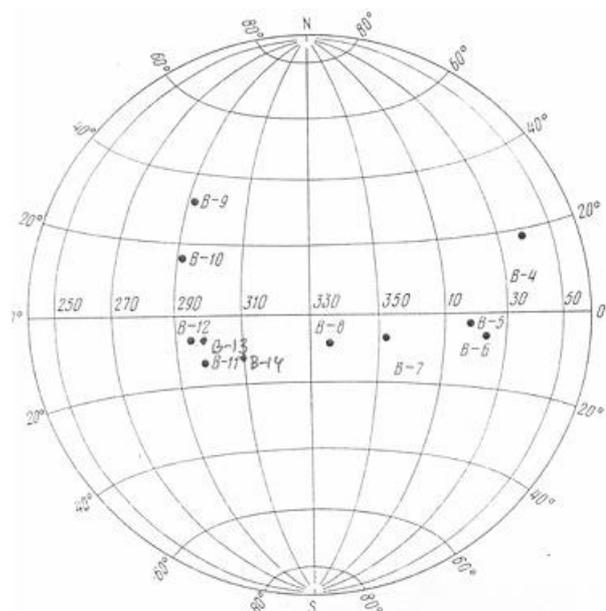


Рис. 8. Районы посадки АМС "Венера-4" - "Венера-14"

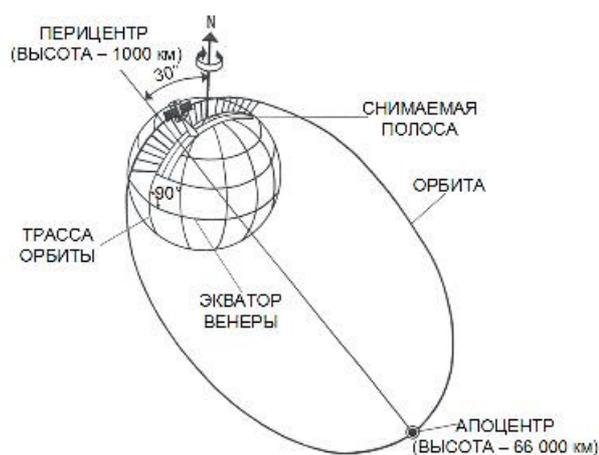


Рис. 9. Орбита космических аппаратов "Венера-15" - "Венера-16"

Необходимо также отметить полеты наших КА "Вега-1 и 2" к комете Галлея (рис. 10), с доставкой в атмосферу Венеры аэростатных зондов и выведением к ядру кометы европейской межпланетной станции "Джотто" (Международный проект "Лоцман") (рис. 11).

Название	Величина	
	«Вега-1»	«Вега-2»
Дата старта с Земли	15.12.84 г.	21.12.84 г.
Асимптотическая скорость отлета от Земли, км/с	3,73	3,72
Продолжительность перелета Земля-Венера, сут.	178	176
Коррекции траектории	2	2
Дата прибытия к Венере	11.06.85 г.	15.06.85 г.
Скорость входа в атмосферу Венеры, км/с	11,0	11,0
Асимптотическая скорость подлета к Венере, км/с	3,18	3,36
Венерографические координаты точек посадки аэрозатных зондов:		
- широта, град	7,9	-7,4
- долгота, град	176,7	178,3
Маневр увода пролетного КА на траекторию перелета к комете	1	1
Коррекция траектории перелета к комете.		
Дата	10.02.86 г.	-
Дата пролета ядра кометы Галлея	06.03.86 г.	09.03.86 г.
Расстояние пролета, км	8921	8033

Рис. 10. АМС "Вега-1" и "Вега-2"

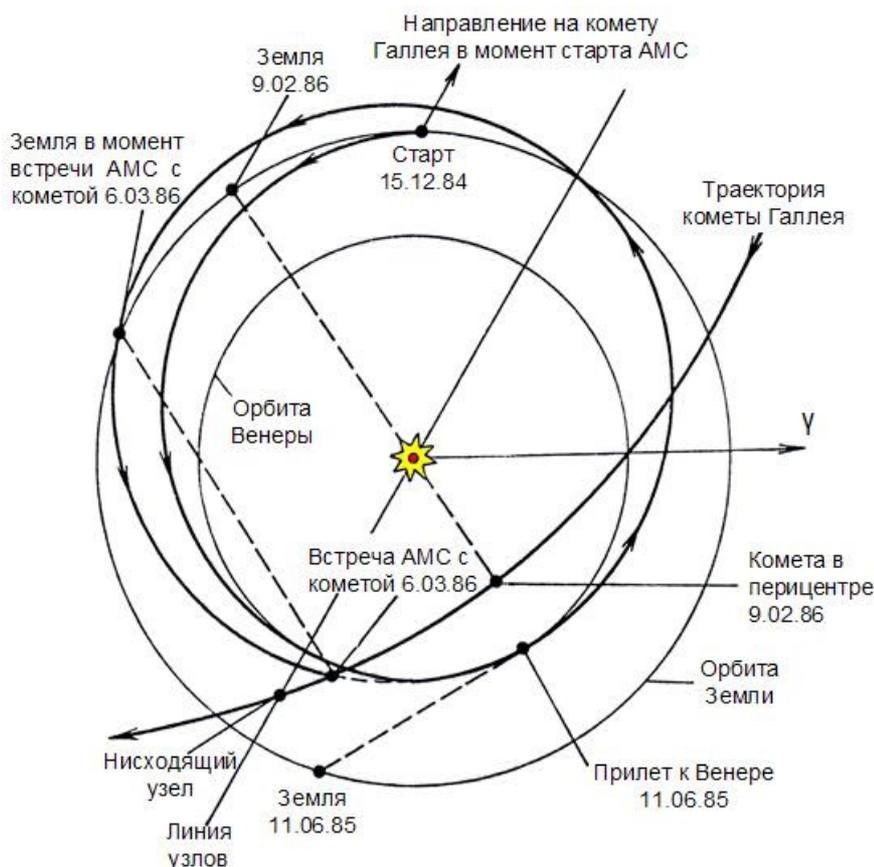


Рис. 11. Схема полета АМС "Вега-1"

Под руководством М.В. Келдыша в ИПМ АН были развернуты работы в новом направлении, имеющем важное естественнонаучное и прикладное

значение для навигации и управления полетом космических аппаратов. Это — уточнение астрономических постоянных и построение высокоточных теорий движения небесных тел. Впервые в мировой практике были определены по данным траекторных измерений параметры нецентральности гравитационного поля Луны. Создана первая в нашей стране высокоточная теория движения Венеры. Уточнены гравитационные постоянные Земли и Луны, динамическое сжатие Венеры.

Наконец, под руководством М.В. Келдыша проводились проектно-баллистические работы по созданию ряда уникальных искусственных спутников Земли, новых и перспективных систем управления и стабилизации спутников (пассивные системы стабилизации), а также работы по определению фактического движения вокруг центра масс свободнолетающих искусственных спутников Земли (например, "Протон").

С начала интенсивных разработок в США проекта многоразовой космической системы Space Shuttle остро встал вопрос о целесообразности создания аналогичной системы в нашей стране. М.В. Келдыш неоднократно обсуждал круг задач, которые можно решать с помощью многоразовой космической системы, трудности ее создания и пути их преодоления. В результате сложилась концепция универсального транспортного средства, способного



Рис. 13. "Энергия-Буран"



Рис. 14. Посадка Бурана

В Мстиславе Всеволодовиче прекрасно сочетались качества дерзновенного мечтателя, стремившегося к пределам возможного, и трезвого реалиста, знавшего, где эти пределы кончаются. Когда под впечатлением первых успехов космических полетов некоторые всерьез рассматривали проект пилотируемого полета к Марсу в 1964 году (в облетном варианте), Мстислав Всеволодович сразу указал на нереальность подобного рода проектов по целому ряду причин и отмечал, что беспилотные автоматические аппараты еще долгие годы будут основным средством исследования дальних планет. Это не

мешало, однако, ему обсуждать пилотируемые полеты к дальним планетам и подробно рассматривать различные их проекты в обозримом будущем.

По предложению С.П.Королева и М.В. Келдыша в Институте был создан Баллистический центр (БЦ ИПМ). На него возложены работы по баллистико-навигационному обеспечению (БНО) управления полетом пилотируемых кораблей и автоматических космических аппаратов научного и народно-хозяйственного назначения. Вместе с баллистическими центрами Минобороны и Роскосмоса он успешно обеспечивает полеты отечественных КА.

М.В. Келдыш очень внимательно следил за работой нашего БЦ. Очень радовался успехам и расстраивался в случае неудач. Когда он приезжал на заседания Госкомиссии в НИИ-4 МО (где в первые годы проходили эти заседания) , он ревниво анализировал текущие данные прогноза двух БЦ (ИПМ и НИИ-4) , которые вывешивались в виде таблицы на стене зала заседания. Если обнаруживал большие рассогласования в прогнозах, то по возвращении в ИПМ задавал вопрос: "У кого точнее и почему?"

М.В. Келдыш подчеркивал, что наш БЦ не должен быть просто мощным вычислительным центром, оперативно выполняющим необходимые расчеты. Он требовал, чтобы Центр принимал непосредственное участие во всех

этапах работ по созданию и испытаниям нового КА.

Более 40 лет БЦ ИПМ успешно решает сложные проблемы баллистико-навигационного обеспечения управления полетами пилотируемых кораблей "Восток", "Восход", "Союз", долговременных орбитальных станций "Салют" и "Мир", грузовых кораблей "Прогресс", многоразовой космической системы "Буран", автоматических КА "Луна", "Венера", "Марс", "Вега", "Фобос", "Астрон", "Гранат", "Интербол" и др. Эти работы БЦ проводит в тесном взаимодействии с организациями-разработчиками КА — РКК "Энергия", НПО им. С.А.Лавочкина, с ЦНИИМАШ и др.

Следуя наказам и традициям М.В. Келдыша, ИПМ продолжает передовые исследования по механике космического полета. В последние годы в Институте совместно с НИИПМиЭ МАИ проведены исследования по баллистике и навигации КА, использующих электроракетную двигательную установку в качестве маршевого двигателя. Институтом совместно с НПО им.С.А.Лавочкина, НИИПМиЭ МАИ, ГЕОХИ и ИКИ РАН разработан проект доставки на Землю реликтового вещества Солнечной системы — образцов грунта малого небесного тела, естественного спутника Марса Фобоса (проект "Фобос-Грунт", старт к Марсу 2009 г.). Проект имеет фундаментальное научное и важное научно-техническое

значения. В проекте ИПМ решал задачи баллистики, навигации и управления полетом КА на всех этапах полета (рис. 15).

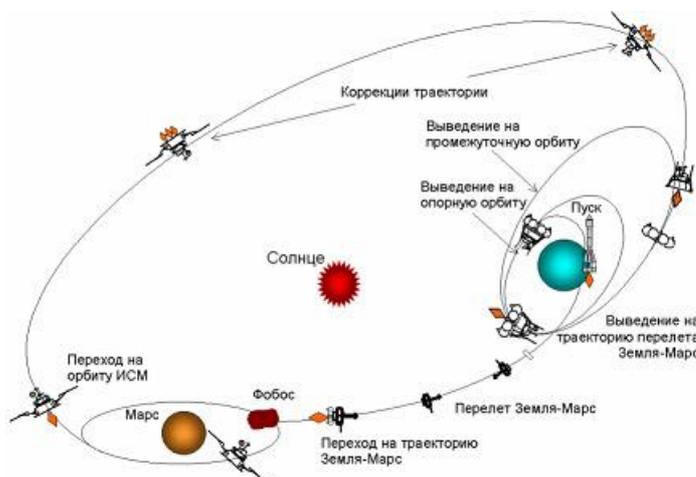


Рис. 15. Схема перелета КА "Фобос-Грунт"

Проект имеет важное общественно-политическое значение. После 20-летнего перерыва в полетах наших КА к Луне и планетам успешное осуществление такого проекта позволит восстановить авторитет страны в планетных космических исследованиях.

Подводя итог краткому обзору деятельности М.В. Келдыша в области механики космического полета, можно сказать, что он внес выдающийся вклад в развитие советской ракетной и космической науки и техники, дающий ему право занять в ее истории почетное место.