



М.В.КЕЛДЫШ И ЕГО ИНСТИТУТ

ПЕРВОЕ ДВАДЦАТИЛЕТИЕ



«С именем М.В. Келдыша связано становление новой науки — вычислительной математики и новых вычислительных средств. Созданию этой науки обязаны многие фундаментальные достижения современности»

Журнал «Вестник АН», февраль 1971 г.



ИЗ РАСПОРЯЖЕНИЯ ПРЕЗИДИУМА АН СССР № 00120 от 27 апреля 1953 г.

Распоряжением от 18 апреля 1953 г. № 6111-рс Совет Министров СССР:

1. Предложил образовать в Математическом институте им. В.А. Стеклова Академии наук СССР **Отделение прикладной математики.**
2. Назначил директором Отделения прикладной математики Математического института им. В.А. Стеклова Академии наук СССР, на правах директора Института, академика КЕЛДЫША М.В.

ПРИКАЗ № 94

ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ИНСТИТУТУ им. В.А. СТЕКЛОВА АН СССР

г. Москва

от 24 июня 1953 г.

На основании распоряжений Президиума АН СССР за № 00120 от 27 апреля 1953 г. и за № 2-1195 от 23 июня 1953 г. перевести в Отделение прикладной математики Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР с 16-го июня с.г. следующих сотрудников Института:

(далее следует список фамилий с должностями, содержащий 115 человек)

Директор Математического института АН СССР
академик

 И.М. Виноградов

ИЗ ПРИКАЗОВ ПО ОПМ МИАН СССР

ПРИКАЗ № 7а от 16 июня 1953 г.

1. На основании распоряжения Президиума академии наук СССР № 2-967 я вступил в исполнение обязанностей директора Отделения прикладной математики с 16 июня с.г.

2. Назначить заместителем директора Отделения по научной части члена-корреспондента АН СССР т. ТИХОНОВА Андрея Николаевича с 16 июня с.г.

Директор Отделения
академик

М.В. Келдыш М.В. Келдыш



А.Н. ТИХОНОВ



Н.М. СВЕТЛОВ

ПРИКАЗ № 11 от 29 июня 1953 г.

Назначить КАЛЯКИНУ Людмилу Федоровну секретарем-машинисткой с 2 июня с.г.

ПРИКАЗ № 24 от 15 июля 1953 г.

9. БОГАЧЕВУ Екатерину Алексеевну зачислить на должность инспектора отделения кадров с 13 июля с.г.

ПРИКАЗ № 4 от 10 июня 1953 г.

1. Назначить т. СВЕТЛОВА Николая Михайловича заместителем директора по административно-хозяйственной части и строительству с 16 мая с.г.
2. Назначить т. МОИСЕЕВА Николая Александровича старшим бухгалтером с 25 мая с.г.
3. Назначить т. ТОЛМАЧЕВА Владимира Васильевича комендантом зданий с 28 мая с.г.

ПРИКАЗ № 10 от 24 июня 1953 г.

Назначить:

1. МАТВЕЕВУ Валентину Сергеевну научным сотрудником научно-технической библиотеки с 15 июня с.г.
2. МАМАЕВУ Антонину Ильиничну мл. научн. сотрудником с 22 июня с.г.
3. БАРАНОВУ Киму Александровну мл. научн. сотрудником с 22 июня с.г.
4. КОРОВИНУ Валентину Петровну мл. научн. сотрудником с 22 июня с.г.
5. ВАСИЛЬЕВУ Зинаиду Васильевну мл. научн. сотрудником с 22 июня с.г.
6. ОССЕРОВИЧА Бориса Залмановича мл. научн. сотрудником с 22 июня с.г.

ПРИКАЗ № 14а от 3 июля 1953 г.

На основании распоряжения Президиума АН СССР №2-1195 от 23 июня 1953 г., приказа по МИАН им. В.А. Стеклова АН СССР № 94 от 24 июня 1953 г. ЗАЧИСЛИТЬ в Отделение прикладной математики с 16 июня с.г. следующих сотрудников:



К.А. СЕМЕНДЯЕВ

ОТДЕЛ № 1

1. СЕМЕНДЯЕВА Константина Адольфовича, к. физ.-мат. наук, и.о. зав. отдела.
2. Жукова Анатолия Ивановича, научным сотрудником,
3. Тахтамышеву Марию Дмитриевну, научным сотрудником,
4. Гоманькову Наталию Михайловну, научным сотрудником,
5. Терентьева Николая Михайловича, научным сотрудником,
6. Гимер Нину Борисовну, научным сотрудником,
7. Смелянскую Эсфирь Моисеевну, научным сотрудником,
8. Федонюк Тамару Андреевну, научным сотрудником,
9. Бондал Маргариту Владимировну, мл. научн. сотрудником,
10. Смирнову Нину Сергеевну, мл. научн. сотрудником,
11. Федорову Ольгу Алексеевну, мл. научн. сотрудником,
12. Филиппову Людмилу Николаевну, мл. научн. сотрудником,
13. Городкову Валентину Борисовну, мл. научн. сотрудником,
14. Троицкую Елену Александровну, мл. научн. сотрудником,
15. Вавину Ию Сергеевну, инженером,
16. Новаковскую Любовь Андреевну, инженером,
17. Сабину Анну Ивановну, инженером,
18. Боброву Александру Ивановну, ст. лаборантом,
19. Куранчеву Нину Ивановну, ст. лаборантом,
20. Борисову Зою Георгиевну, мл. научн. сотрудником,
21. Кузнецову Веронику Николаевну, мл. научн. сотрудником,
22. Маркову Надежду Вительевну, ст. лаборантом,
23. Никонову Марию Ивановну, ст. лаборантом,
24. Орлову Антонину Федоровну, ст. лаборантом,
25. Ионову Любовь Васильевну, мл. научн. сотрудником,
26. Нилову Августину Петровну, ст. лаборантом,
27. Куликову Марию Герасимовну, ст. лаборантом,
28. Захарову Ираиду Ивановну, лаборантом,
29. Королькову Клавдию Федоровну, лаборантом,
30. Милованову Екатерину Алексеевну, лаборантом,
31. Бурковскую Жаннету Георгиевну, лаборантом,
32. Фролову Татьяну Ильиничну, мл. научн. сотрудником.



И.М. ГЕЛЬФАНД

ОТДЕЛ № 2

1. ГЕЛЬФАНДА Израиля Моисеевича, д. физ.-мат. наук, и.о. зав. отделом,
2. Бабенко Константина Ивановича, д. физ.-мат. наук, старшим научн. сотрудником,
3. Гусарова Леонида Александровича, к. физ.-мат. наук, мл. научн. сотрудником,
4. Локуциевского Олега Вячеславовича, к. физ.-мат. наук, мл. научн. сотрудником,
5. Герлах Нелли Ивановну, научн. сотрудником,
6. Годунова Сергея Константиновича, научн. сотрудником,
7. Дьяченко Владимира Федотовича, научн. сотрудником,
8. Леви Наталию Вацлавовну, научн. сотрудником,
9. Охупкину Евдокию Ивановну, научн. сотрудником,
10. Палейчик Веронику Вячеславовну, научн. сотрудником,

11. Фролова Андрея Сергеевича, научн. сотрудником,
12. Ченцова Николая Николаевича, научн. сотрудником,
13. Кукаркину Маргариту Александровну,
мл. научн. сотрудником,
14. Захарову Галину Ивановну, мл. научн. сотрудником,
15. Иванову Валентину Николаевну, мл. научн. сотрудниоом,
16. Брушлинского Константина Владимировича,
научн. сотрудником,
17. Зуеву Нину Михайловну, мл. научн. сотрудником,
18. Иванову Людмилу Николаевну, мл. научн. сотрудником,
19. Алексанову Валентину Павловну, инженером,
20. Беспятову Валентину Сергеевну, ст. лаборантом,
21. Воронцову Галину Александровну, ст. лаборантом,
22. Воронченко Татьяну Владимировну, ст. лаборантом,
23. Горбачева Виктора Георгиевича, ст. лаборантом,
24. Ильину Валентину Сергеевну, ст. лаборантом,
25. Лункину Зинаиду Степановну, ст. лаборантом,
26. Максимову Зою Сергеевну, ст. лаборантом,
27. Михайлову Любовь Михайловну, ст. лаборантом,
28. Цеханович Людмилу Николаевну, ст. лаборантом,
29. Шикалову Татьяну Николаевну, ст. лаборантом,
30. Барыкову Нину Васильевну, лаборантом.

ОТДЕЛ № 3

1. САМАРСКОГО Александра Андреевича, к. физ.-мат. наук,
и.о. зав. отдела,
2. Крамер Ольгу Павловну, к. физ.-мат. наук, ст. научным
сотрудником,
3. Арсенина Василия Яковлевича, к. физ.-мат. наук, ст. научн.
сотрудником,
4. Яненко Николая Николаевича, к. физ.-мат. наук, ст. научн.
сотрудником,
5. Волчинскую Мариам Иосифовну, научн. сотрудником,
6. Думову Антонину Александровну, научн. сотрудником,
7. Гольдина Владимира Яковлевича, ст. инженером,
8. Рождественского Бориса Леонидовича, ст. инженером,
9. Бузук Валентину Трофимовну, ст. инженером,
10. Бусурину Лидию Николаевну, ст. инженером,
11. Горбушину Тамару Александровну, ст. инженером,
12. Лохину Раису Антоновну, ст. инженером,
13. Соболев Илью Мееровича, ст. инженером,
14. Юхнову Раису Григорьевну, ст. инженером,
15. Кутьенкову Марию Петровну, ст. инженером,
16. Никулину Нину Ивановну, ст. инженером,
17. Посашкову Ираиду Васильевну, ст. инженером,
18. Сидорову Валентину Константиновну, ст. инженером,
19. Гусеву Надежду Ивановну, инженером,
20. Поликарпову Елену Борисовну, инженером,
21. Курдюмова Сергея Павловича, инженером,
22. Симанова Бориса Николаевича, инженером,
23. Солянову Людмилу Дмитриевну, инженером,
24. Уварова Василия Борисовича, инженером,
25. Грека Гурия Леонидовича, ст. механиком,
26. Иванова Александра Алексеевича, ст. лаборантом,
27. Курашкину Лидию Павловну, ст. лаборантом,
28. Красноярову Валентину Алексеевну, ст. лаборантом,



А.А. САМАРСКИЙ

29. Марецкую Нину Павловну, ст. лаборантом,
30. Мелешкину Александру Борисовну, ст. лаборантом,
31. Никитину Эмму Анатольевну, ст. лаборантом,
32. Стенюшкину Марию Дмитриевну, ст. лаборантом,
33. Селиванову Анну Павловну, ст. лаборантом,
34. Скворцову Татьяну Андреевну, ст. лаборантом,
35. Скоробогатову Анну Сергеевну, ст. лаборантом,
36. Петрову Антонину Егоровну, ст. лаборантом,
37. Абрамову Зинаиду Ивановну, ст. лаборантом,
38. Битко Нину Фадеевну, лаборантом,
39. Говорухину Ию Алексеевну, лаборантом,
40. Захарову Азу Михайловну, лаборантом,
41. Иванову Нину Тимофеевну, лаборантом,
42. Иванову Нину Леонтьевну, лаборантом,
43. Лобанову Зою Дмитриевну, лаборантом,
44. Лукьянову Лидию Ивановну, лаборантом,
45. Петрову Ирину Львовну, лаборантом.



Д.Е. ОХОЦИМСКИЙ

ОТДЕЛ № 5

1. ОХОЦИМСКОГО Дмитрия Евгеньевича, к. физ.-мат. наук, и.о. зав. отдела,
2. Энеева Тимура Магомедовича, к. физ.-мат. наук, мл. научн. сотрудником,
3. Егорова Всеволода Александровича, мл. научн. сотрудником,
4. Таратынову Галину Павловну, мл. научн. сотрудником,
5. Власову Зарину Петровну, мл. научн. сотрудником,
6. Сарычева Василия Андреевича, ст. лаборантом.

ОТДЕЛ № 6

1. ДОРОДНИЦЫНА Анатолия Алексеевича, д. техн. наук, и.о. зав. отдела,
2. Чушкина Павла Ивановича, научн. сотрудником,
3. Шмыглевского Юрия Дмитриевича, научн. сотрудником,
4. Белоцерковского Олега Михайловича, мл. научн. сотрудником,
5. Васильева Михаила Михайловича, мл. научн. сотрудником,
6. Малинину Нину Сергеевну, мл. научн. сотрудником,
7. Белову Александру Николаевну, ст. лаборантом,
8. Власову Валентину Петровну, ст. лаборантом,
9. Дьяконихину Марию Георгиевну, лаборантом,
10. Кацкову Ольгу Никифоровну, научн. сотрудником,
11. Богомолу Елену Семеновну, мл. научн. сотрудником.



А.А. ДОРoДНИЦЫН

ОТДЕЛ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

1. ЛЯПУНОВА Алексея Андреевича, д. физ.-мат. наук, и.о. зав. отдела,
2. Мельцер Любовь Борисовну, научн. сотрудником,
3. Морозова Юрия Ивановича, научн. сотрудником,
4. Семячкина Вадима Александровича, научн. сотрудником,
5. Яблонского Сергея Всеволодовича, научным сотрудником,
6. Мамаева Василия Андреевича, мл. научн. сотрудником,
7. Янова Юрия Ивановича, мл. научн. сотрудником,
8. Александрову Фаину Александровну, ст. лаборантом,
9. Богомолу Евгению Ильиничну, ст. лаборантом,
10. Ершову Тамару Александровну, ст. лаборантом,
11. Камынина Сергея Сергеевича, ст. лаборантом,
12. Козловскую Таисию Яковлевну, ст. лаборантом,
13. Панкову Галину Михайловну, ст. лаборантом,
14. Тихомирову Эмилию Константинову, ст. лаборантом,
15. Филишпову Маргариту Ионовну, ст. лаборантом,
16. Ильину Прасковью Михайловну, лаборантом,
17. Камолу Тамару Григорьевну, лаборантом,
18. Рыбакову Любовь Николаевну, лаборантом.



А.А. ЛЯПУНОВ

ОТДЕЛ СЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ МАШИН

1. ПАНФИЛОВА Льва Николаевича, и.о. зав. отдела,
2. Николаенко Григория Ивановича, ст. механиком,
3. Корнеева Александра Сергеевича, ст. механиком,
4. Малиновского Эвира Владимировича, механиком,
5. Щепотьева Виктора Григорьевича, техником.

РАБОТНИКИ АППАРАТА

1. ИВАНОВУ Елену Петровну, начальником I отдела,
2. Костырко Марию Васильевну, инспектором I отдела,
3. Никитину Валентину Михайловну, инспектором I отдела,
4. Кузнецову Татьяну Ивановну, инспектором I отдела,
5. Монахову Людмилу Ивановну, машинисткой I отдела,
6. НАБОКОВА Василия Сергеевича, начальником отделения кадров,
7. Белова Николая Сергеевича, шофером,
8. Жукову Клавдию Герасимовну, уборщицей,
9. Курюмову Марфу Степановну, уборщицей,
10. Мосолову Анну Дмитриевну, уборщицей,
11. Самойлович Евгению Николаевну, уборщицей,
12. Сутугину Веру Алексеевну, уборщицей,
13. Водопьянову Евдокию Ивановну, гардеробщицей,
14. Дикушину Валентину Петровну, гардеробщицей,
15. Ефремову Ефросинью Васильевну, гардеробщицей,
16. Лунькову Анну Лаврентьевну, курьером,
17. Пителину Александру Никифоровну, курьером,
18. Хрудеву Марию Тимофеевну, кладовщиком,
19. Галкину Марию Яковлевну, уборщицей.

Директор Отделения
академик

М.В. Келдыш



А.Н. МЯМЛИН

ПРИКАЗ № 18 от 04 июля 1953 г.

На основании приказа № 191сс от 20 апреля 1953 г. зачислить на работу в Отделение прикладной математики с 1 мая 1953 г. следующих сотрудников Сметно-расчетного бюро Главгостроя:

1. Гавриленко Любовь Ивановну, ст. бухгалтером,
2. Бенкевич Марию Ивановну, ст. инспектором I отдела,
3. Кузнецову Надежду Васильевну, ст. инспектором отдела кадров,
4. Баклинова Якова Дмитриевича, агентом-товароведом,
5. Галактионову Марию Константиновну, зав. складом,
6. Костичеву Елену Дмитриевну, уборщицей,
7. Трофимову Анастасию Игнатьевну, уборщицей,
8. Чайкину Анну Егоровну, дворником,
9. Кочкину Марию Алексеевну, дворником,
10. Шувалову Екатерину Николаевну, дворником,
11. Рыбакову Марию Георгиевну, дворником,
12. Руличеву Анну Егоровну, подсобной рабочей,
13. Гагарову Александру Кузьминичну, подсобной рабочей,
14. Рогова Василия Васильевича, зав. котельной,
15. Спиридонову Аграфену Максимовну, кочегаром,

16. Желтикову Пелагею Степановну, кочегаром,
17. Серых Ивана Кузьмича, слесарем-сантехником,
18. Моисеева Василя Андреевича, слесарем-сантехником,
19. Балькина Ивана Яковлевича, слесарем-сантехником,
20. Булдакова Виктора Александровича, электротехником,
21. Смирнова Ивана Георгиевича, электротехником,
22. Алексеева Дмитрия Ефимовича, механиком,
23. Никонова Ивана Михайловича, прецизионным механиком,
24. Зорина Михаила Григорьевича, прецизионным механиком,
25. Русакова Анисима Ивановича, ст. инженером,
26. Новожилова Василия Матвеевича, инженером,
27. Гераскина Евгения Михайловича, техником,
28. МЯМЛИНА Анатолия Николаевича, руководителем группы эксплуатации,
29. Федотова Александра Георгиевича, ст. инженером,
30. Кузина Евгения Петровича, инженером-радиостом,
31. Сильвинского Владислава Александровича, инженером-радиостом,
32. Ефремова Марка Николаевича, инженером-радиостом,
33. Кривоносова Эрлена Николаевича, инженером-радиостом,
34. Луговцову Валентину Васильевну, инженером-радиостом,
35. Макарова Бориса Андреевича, техником-радиостом,
36. Гагарского Сергея Сергеевича, техником-радиостом,
37. Вершубского Валентина Юрьевича, техником-механиком,
38. Болтунову Валентину Васильевну, лаборантом,
39. Ларионова Николая Федоровича, ст. инженером,
40. Митина Виктора Александровича, ст. техником.

Директор Отделения прикладной математики
академик

М.В. Келдыш

ПРИКАЗ № 41 от 29 августа 1953 г.:

В соответствии с постановлением Президиума АН СССР от 8 августа 1952 г. за № 486 ввести с 29 августа с.г. ТАБЕЛЬНЫЙ УЧЕТ прихода на работу и ухода по окончании работы всех сотрудников Отделения.

Табельный учет прихода на работу и ухода по окончании работы установить для всех мл. научных сотрудников, научных сотрудников (кандидатов наук), инженеров, лаборантов, техников, механиков и работников аппарата Отделения.

(Далее следует список сотрудников по алфавиту с их табельными номерами, всего 243 номера.)

ПРИКАЗ № 57 от 07 октября 1953 г.:

Ввести с 1 октября 1953 г. утвержденное для Отделения штатное расписание.

В соответствии с утвержденным штатным расписанием назначить заведующих отделами:

СЕМЕНДЯЕВА Константина Адольфовича, кандидата физ.-мат. наук, зав. отдела № 1.

ГЕЛЬФАНДА Израиля Моисеевича, доктора физ.-мат. наук, зав. отдела № 2.

САМАРСКОГО Александра Андреевича, кандидата физ.-мат. наук, зав. отдела № 3.

ОХОЦИМСКОГО Дмитрия Евгеньевича, кандидата физ.-мат. наук, зав. отдела № 5.

ДОРОДНИЦЫНА Анатолия Алексеевича, доктора техн. наук, зав. отдела № 6.

ЛЯПУНОВА Алексея Андреевича, доктора физ.-мат. наук, зав. отдела программирования.

ПАНФИЛОВА Льва Николаевича, зав. отдела счетно-аналитических машин.

МЯМЛИНА Анатолия Николаевича главным инженером установки.

ПРИКАЗ № 76 от 21 ноября 1953 г.:

Назначить ЯНЕНКО Николая Николаевича, кандидата физ.-мат. наук исполняющим обязанности ученого секретаря Отделения с 21 ноября с.г.



Н.Н. ЯНЕНКО

ПРИКАЗ № 93 от 11 октября 1955 г.

Уволить в связи с переводом на постоянную работу в Министерство среднего машиностроения с 4 октября с.г. т. ЯНЕНКО Н.Н., ст. научн. сотрудника, доктора физ.-мат. наук, на основании письма Президиума АН СССР № 1-2-300 от 10 сентября 1955 г.



Б.Л. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ

ПРИКАЗ № 105 от 3 ноября 1955 г.

Назначить ст. научн. сотр., канд. физ.-мат. наук РОЖДЕСТВЕНСКОГО Б. Л. исполняющим обязанности ученого секретаря Отделения.

ПРИКАЗ № 20 от 10 марта 1956 г.

Об утверждении в должности:

Тов. РОЖДЕСТВЕНСКОГО Б.Л., канд. физ.-мат. наук утвердить в должности ученого секретаря Отделения с 21 февраля с.г. с окладом 3000 руб.

(Он оставался ученым секретарем ОПМ до 1959 г.)

Третьим ученым секретарем ОПМ с 1959 по 1966 год был ст. научн. сотр., канд. физ.-мат. наук Николай Николаевич ЧЕНЦОВ.

ИЗ ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРЕЗИДИУМА АН СССР

№ 465-010 от 8 июля 1966 г.

Президиум Академии наук постановляет:

Присвоить Отделению прикладной математики Математического института им. В.А. Стеклова Академии наук СССР открытое наименование:

Институт прикладной математики Академии наук СССР.



Н.Н. ЧЕНЦОВ

МСТИСЛАВ ВСЕВОЛОДОВИЧ КЕЛДЫШ

(БИОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК)

Мстислав Всеволодович Келдыш родился 10 февраля 1911 г. в Риге в большой семье адъюнкт-профессора Рижского политехнического института Всеволода Михайловича Келдыша, крупного инженера-строителя, впоследствии академика и вице-президента Академии строительства и архитектуры. Отец и мать Мстислава происходили из дворянских семей и были широко образованными людьми: говорили на французском и немецком языках, играли на фортепиано, любили и ценили музыку и искусство. В своих семерых детях родители поощряли и развивали их склонности, сызмала дети говорили по-немецки, а со школьных лет и по-французски. Из четверых сыновей только младшему, Славе, нравилась отцовская специальность, поэтому он перешел в школу со строительным уклоном и закончил ее в 1927 г. Но в инженерно-строительный институт его не приняли (исполнилось только 16 лет); тогда по совету старшей сестры Людмилы он поступает в Московский университет на математическое отделение. Склонность к математике и точным наукам проявилась у него еще в 7 - 8-м классах, и учителя уже тогда отмечали его способности в этой области. Те, кто работал с ним позже, отмечали также его незаурядную инженерно-строительную интуицию.

После окончания МГУ М.В. Келдыш в 1931 г. был направлен в Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ), где проработал до декабря 1946 г. инженером, старшим инженером, начальником группы, а с 1941 г. - начальником отдела динамической прочности. Молодой специалист сразу же был замечен в научном коллективе института, поражала его способность быстро вникать в суть проблемы и быстро ее решать.

Сотрудники ЦАГИ Я.М. Пархомовский и Л.С. Попов вспоминали: «Келдыш любил и умел учиться (это проявлялось и позже, в зрелом возрасте), а в ЦАГИ было у кого учиться... Спустя небольшое время он стал аккуратным посетителем семинаров Общетеоретической группы (ОТГ), слушателем и участником... Довольно быстро определился и круг интересов Келдыша, - вопросы гидродинамики и нестационарной аэродинамики... У него было, наверное, от воспитания идущее, повышенное чувство ответственности за порученное ему дело, безотносительно к тому, большое оно или малое. «Стыдно срамиться» - такое присловие слышали мы от него неоднократно».

В 1935 г. академик С.А. Чаплыгин перевел Келдыша в группу вибраций ЦАГИ и поручил ему заняться злободневной проблемой флаттера самолетов. Мстислав Всеволодович, по крайней мере, первое время, отнесся к этому заданию без энтузиазма: слишком далеки были новые задачи от прежних. Но дисциплинированный и ответственный ученый, он и на новом месте стал работать с полной отдачей.

С 1934 г. Мстислав Всеволодович совмещает работу в ЦАГИ и Математическом институте им. В.А. Стеклова АН СССР (МИАН). Он вел научные исследования в МИАН, прервав их на три военных года, до 1953 г. О стремительности научного роста молодого математика красноречивее всего свидетельствуют даты:

сентябрь 1934 г. - поступает в аспирантуру докторантуру МИАН;

1935 г. - без защиты диссертации М.В. Келдышу присуждают ученую степень кандидата физико-математических наук;

1937 г. - без защиты ему присуждена степень кандидата технических наук и звание профессора по специальности «аэродинамика»;

26 января 1938 г. - защита докторской диссертации на тему «О представлении рядами полиномов функций комплексного переменного и гармонических функций».

Тем временем на основной работе 20 июля 1938 г. создан Научно-технический совет ЦАГИ, и в него вошел Келдыш; из этого совета выделен Ученый совет ЦАГИ - 14 членов, в их числе М.В. Келдыш. А Мстиславу Всеволодовичу исполнилось только 27...

Начиная с 1939 г. имя ученого и его работы засекречены. Вот цитата из личного дела:

«ХАРАКТЕРИСТИКА инженера М.В. КЕЛДЫША.

М.В. КЕЛДЫШ работает в ЦАГИ с 1931 г. Он является, несмотря на молодость, одним из крупнейших научных работников в СССР в области аэродинамики. В высшей степени талантливый математик и теоретик, он умеет свои глубокие знания приложить к промышленной практике. Он руководит научной группой по вибрациям самолета - труднейшему катастрофическому вопросу; он с группой разработал проблему настолько, что заключениями его группы полностью руководится промышленность по вопросам вибрации.

В связи с этим М.В.КЕЛДЫШ очень много с исключительной пользой работает по заданиям промышленности и засекречивание его необходимо для устранения вредных для дела препятствий, которые сейчас возникают по поводу того, что М.В.КЕЛДЫШ не засекречен.

Врид. нач. Филиала отд.№1 (Журавченко)
14/Х-39 г.»

Во время войны семья М.В. Келдыша эвакуировалась в Казань вместе с сотрудниками ЦАГИ. Поначалу жили в помещении спортзала, перегороженного простынями, потом получили комнату в Доме профессоров Казанского авиационного института. Семья пережила голод, холод, тяжелое заболевание маленького сына...Мстислав Всеволодович заботился о семье, но мог прилетать в Казань только на несколько дней.

Война для Келдыша проходила в работе на авиационных заводах, где он и его сотрудники отдела динамической прочности ЦАГИ полностью курировали проблему вибраций в самолетостроении. В начале 1942 г. он уже вернулся в Москву.

В апреле 1942 г., как сказано в свидетельстве, «Начальнику отдела динамической прочности ЦАГИ М.В. Келдышу присуждена Сталинская премия II степени за научные работы по предупреждению разрушений самолетов (совместно с Е.П. Гроссманом). Премия за 1941 год, работы: «Расчет самолета на флаттер» (1940), «Колебания крыла с упруго прикрепленным мотором» и «Изгибно-элеронный флаттер» (1941).»

11 июня 1943 г. «За выдающиеся заслуги в области научно-исследовательских работ в авиации М.В. Келдыш (в числе 114 сотрудников ЦАГИ) награжден орденом Трудового Красного Знамени». Это его первый орден.

30 сентября 1943 г. его избирают членом-корреспондентом АН СССР по Отделению физико-математических наук. В 1942 г. М.В. Келдыш возобновил свою педагогическую деятельность в Московском университете, начавшуюся еще в 1932 г. и прерванную на несколько лет. С 1942 по 1953 г. он профессор МГУ. На физико-техническом факультете МГУ Мстислав Всеволодович заведовал кафедрой термодинамики и вел курс математической физики, а на механико-математическом - читал лекции и руководил научно-исследовательским семинаром по теории функций комплексного переменного. Многие из его учеников стали видными учеными, среди них - академики А.А. Гончар, Д.Е. Охоцимский, Т.М. Энеев, члены-корреспонденты АН К.И. Бабенко и С.Н. Мергелян. Мстислав Всеволодович был замечательным педагогом, общение с которым оставило неизгладимый след в благодарной

памяти у всех, кто имел счастье учиться у него. Он закончил читать лекции в вузах из-за большой загруженности.

В апреле 1944 г. в МИАН был создан отдел механики, которым с 6.6.1944 по 16.6.1953 г. заведовал М.В. Келдыш. При отделе начал работать научный семинар, объединивший всех московских специалистов по аэродинамике. С этого времени он занимается проблемами ракетодинамики и прикладной небесной механики.

6 сентября 1944 г. приказом по ЦАГИ М.В. Келдыш включен в состав командированной на авиационный завод комиссии для изучения причин тряски винтомоторной группы самолетов и разработки мероприятий по их ликвидации. Итог этой работы -

1946 г. - «Сталинская премия II степени за 1945 г. за научные исследования в области теории и методов расчета автоколебаний самолетных конструкций, результаты которых изложены в монографии «Шимми переднего колеса трехколесного шасси», опубликованной в 1945 г.» В ней дано полное научное решение проблемы и, как всегда у Келдыша, предложены практические инженерные рекомендации.

В этом же году по инициативе физиков-ядерщиков М.В. Келдыша привлекают к расчетам атомного оружия. По мнению директора МИАН академика И.М. Виноградова, «он в любом приложении математики способен разобрататься лучше всякого».

30 ноября 1946 г. М.В. Келдыш избран действительным членом Академии наук по Отделению технических наук. На следующий день тридцатипятилетний ученый назначен начальником, а с августа 1950 по 1961 г. - научным руководителем НИИ-1 (ныне это Исследовательский центр им. М.В. Келдыша), занимавшегося проблемами прикладных задач ракетостроения. С этого времени деятельность Мстислава Всеволодовича связана с ракетной техникой, атомной энергетикой, освоением космоса и вычислительной математикой. Под его руководством в НИИ-1 был проведен широкий комплекс исследований по сверхзвуковой газовой динамике, течению вязкого газа, аэродинамического нагрева и теплозащите высокоскоростных летательных аппаратов. Постановлением правительства от 20 мая 1954 г. М.В. Келдыш был назначен научным руководителем всех работ по созданию межконтинентальной крылатой ракеты «Буря». Ракета была создана, 23 марта и 16 декабря 1960 г. она совершила успешные плановые полеты по трассе Владимирка - Камчатка.

В 1955-1956 гг. по инициативе М.В. Келдыша были начаты поисковые исследования воз-

возможностей и путей использования ядерной энергии в ракетных двигателях (ЯРД) и электроядерных двигателях (ЯЭУ). Для этого в НИИ-1 был создан отдел и уникальная экспериментальная база для модельных исследований и испытаний элементов ЯРД и ЯЭУ в условиях, близких к натурным. В организацию этих работ М.В. Келдыш внес большой личный вклад и всегда держал эти работы в поле своего зрения.

В 1953 г. был создан Институт прикладной математики АН СССР (до 1966 г. он назывался ОПМ МИАН СССР) во главе с М.В. Келдышем. С деятельностью института связано становление и развитие вычислительной математики в нашей стране. Здесь работал цвет научной мысли. Своим научным авторитетом и целеустремленной деятельностью М.В. Келдыш определял стиль и направления исследований института. Эти направления расширялись с каждым годом.

М.В. Келдыш руководил большими коллективами, создававшими ракетно-ядерный щит нашей Родины. В этот же период космонавтика стала предметом его пристального внимания и забот. 30 января 1956 г. Мстислав Всеволодович был назначен председателем Специальной комиссии при Президиуме АН СССР по искусственному спутнику Земли (объекту «Д»), преобразованной 28 января 1960 г. в Межведомственный научно-технический совет по космическим исследованиям (МНТС по КИ). Его вклад в формирование научных программ освоения и изучения космоса настолько велик, что его по праву считали Теоретиком космонавтики.

Во всех прикладных работах потребовались новые методы научных исследований, прежде всего эффективный математический расчет. Их рождение и использование коренным образом изменили общенаучное значение вычислительной математики. Автор многих научно-исследовательских идей, он один из первых предугадал роль вычислительной математики и техники в повышении эффективности научно-технического поиска.

Успех прикладных работ ученого был зачастую обусловлен не только его глубокой интуицией инженера-механика и экспериментатора, но и выдающимся талантом математика, тонкого теоретика и творца вычислительных методов. И наоборот, многие его фундаментальные математические исследования имеют своим истоком проблемы, возникшие из его работ по механике. Математические труды М.В. Келдыша посвящены теории функций, теории потенциала, дифференциальным уравнениям, функциональному анализу, спектральной теории несамосопряженных операторов. Эта проблематика всегда пред-

ставляла значительный общематематический интерес. Сейчас все яснее становится то громадное влияние, которое оказывает математическое творчество М.В. Келдыша на развитие науки, как в нашей стране, так и за рубежом.

Избрание 19 мая 1961 г. М.В. Келдыша Президентом Академии наук СССР означало заслуженное признание его не только как выдающегося ученого, но и как блестящего организатора науки. Он был президентом АН СССР до 1975 г., за эти годы Академия стала крупнейшим в мире центром фундаментальной науки. Возглавляя Академию, Мстислав Всеволодович всемерно поддерживал новые направления науки (квантовая электроника и молекулярная биология), способствовал международному сотрудничеству ученых, считая, что наука принадлежит и должна служить всему человечеству. Благодаря своему таланту он быстро ориентировался в различных областях науки, замечал ростки нового, продвигал исследования по наиболее актуальным и перспективным направлениям. В условиях ограниченности средств М.В. Келдыш призывал ученых предельно обоснованно определять, «что поддерживать, а что менее поддержать».

Мстислава Всеволодовича знали во всем мире, отождествляя успехи советской науки с его личностью. Математику М.В. Келдышу судьба уготовила работать в разных направлениях приложений математики и руководства наукой страны. Это всегда были самые актуальные государственные задачи, от успешного решения которых зависело многое. На каждом направлении работали с Келдышем талантливые, увлеченные люди, его единомышленники и оппоненты. Он же всегда оставался их признанным лидером и компетентным беспристрастным арбитром.

Как писал академик Л.А. Арцимович в 1971 г., «Мстислав Всеволодович ... сам служит генератором волнения, инициатором преобразований и начинаний, направленных на повышение активности во всех органах того живого организма, которым является советская наука».

*По материалам кабинета-музея
М.В. Келдыша*

ХРАМ НАУКИ

Здание, в котором разместился вновь созданный институт, Отделение прикладной математики МИАН СССР, было построено в начале XX века на средства передовой русской общественности для развития науки. Это красивое, напоминающее греческий храм, здание стоит на Миусской площади, рядом с бывшим Московским городским народным университетом (МГНУ) им. А.Л. Шанявского. С зданием-храмом связаны многие интереснейшие страницы истории нашей отечественной науки и общественной мысли.

Начальный период жизни этого дома относится к становлению московской физической школы Петра Николаевича Лебедева (1866 - 1912 гг.). Недаром на фронтоне Главного корпуса ИПМ виден барельеф с изображением П.Н. Лебедева, а внутри корпуса, на втором этаже - мемориальная доска, посвященная этому выдающемуся отечественному ученому. И это не случайно, хотя Петр Николаевич здесь не работал: ведь здание, ставшее основой нынешнего Главного корпуса, было закончено в конце 1916 года, более чем через 4 года после его смерти. Но оно строилось для организации именно Физического института и проведения в нем исследований коллективом московских физиков, который был ранее создан в Московском университете П.Н. Лебедевым и продолжал работать после его смерти.

Необходимость в создании такого независимого научного учреждения возникла в 1911 г. Тогда, после репрессий министра народного просвещения Л.А. Кассо в отношении Московского университета, из университета ушла большая группа прогрессивно настроенных преподавателей (Ю.В. Вульф, Н.Е. Жуковский, Н.Д. Зелинский, П.П. Лазарев, П.Н. Лебедев, К.А. Тимирязев, Н.А. Умов, А.А. Эйхенвальд и др.)

П.Н. Лебедев лишился не только кафедры и лаборатории, но и квартиры. Выступая в печати, он ратовал за «создание отдельных специально приспособленных лабораторий, посвященных исключительно научным исследованиям и совершенно независимых от учреждений, преследующих учебные цели... К сожалению, - писал он, - у нас такой национальной физической лаборатории пока не существует, но и потребность в ней, и необходимые ученые силы - налицо.» В этой трудной ситуации П.Н. Лебедеву и его ученикам помогли общественные организации, в основном, МГНУ им. Л.А. Шанявского и Общество содействия успехам опытных наук и их практических



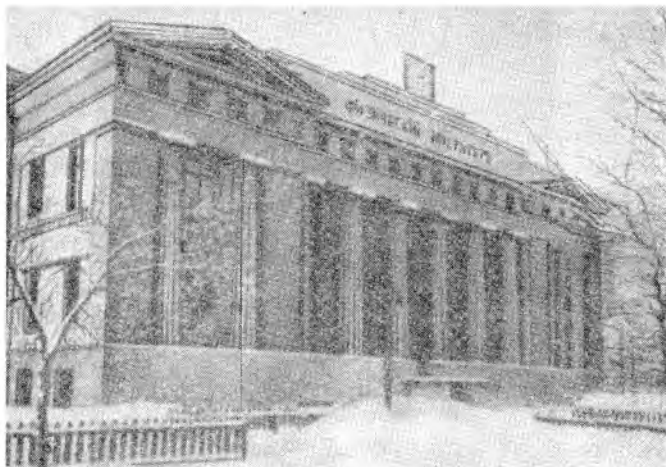
применений им. Х.С. Леденцова. На собранные частные пожертвования было создано Общество Научного института для помощи московским ученым в организации «национальных исследовательских институтов, в первую очередь физического института для П.Н. Лебедева и биологического - для Н.К. Кольцова». И хотя П.Н. Лебедев скоро умер (1 марта 1912 г.), его школа продолжала работать, ее возглавил Петр Петрович Лазарев (1878-1942 гг.).

Проект здания для Физического института был разработан архитектором А.Н. Соколовым при участии П.Н. Лебедева. Он был представлен П.П. Лазаревым и утвержден советом Общества Научного института в 1914 г., а в 1915 г. было начато строительство дома. Открытие состоялось 1 января 1917 г., адрес - 3-я Миусская улица, д. 3. (Тогда так называлась улица вдоль зданий с нынешними адресами Миусская пл., д. 2, 4, 6).

Главный корпус института интересен своей архитектурой как образец определенного стиля. Автор проекта архитектор А.Н. Соколов придавал внешнему облику здания черты «неоклассицизма». Этот стиль утвердился в начале XX века, придя на смену тому творческому направлению в искусстве, которое известно в России под названием «модерн».

В стиле «неоклассицизма» (или «неоампир») в качестве формообразующих элементов

использовались как строгие античные образцы, так и приемы русского классицизма. Это придавало постройкам монументальность и торжественность, необходимую крупным общественным зданиям (вокзалам, банкам, магазинам, учебным и научным заведениям).



Физический институт на 3-ей Миусской улице

Есть сведения, что сам П.Н. Лебедев очень ценил античную архитектуру, и одним из его желаний было придать будущему зданию института формы греческого храма. На снимках тех лет видно, что первоначально Главный корпус был двухэтажным. Как «храм науки» он выглядел, прежде всего, благодаря элементам греко-дорического ордена. Они воспроизводят древние прототипы настолько точно, что могут служить наглядными пособиями при изучении античной архитектуры. Колонны, украшенные продольными желобками- каннелюрами, поставлены в лоджии в центре главного фасада. Они объединяют по высоте оба этажа и завершаются простыми капителями, которые зрительно несут на себе всю тяжесть антаблемента - венчающей части здания. По виду это - три расположенных друг над другом ленты, опоясывающие все здание. Нижняя (архитрав) - совершенно гладкая, средняя (фриз) - вся заполнена скульптурными барельефами, верхняя (карниз) - образована выступающими декоративными плитами, имитирующими свес крыши. Тонко найденные пропорции объединяют все части в одно гармоничное целое. Важно заметить, что если в подлинных античных постройках эти элементы всегда конструктивно обоснованы, то в неоклассических конструкциях они служат для украшения здания, а на самом деле не имеют никакого отношения к действительной конструкции (ведь стены построены из кирпичей и в принципе колонны просто не нужны).

В более скромной обработке боковых фасадов использованы мотивы русского классицизма

(трехчастные окна с общим полукруглым завершением).

Итак, с 1 января 1917 г. отсчитывает свой возраст здание, построенное для физиков.

Это был первый в России большой по масштабам того времени исследовательский физический институт, сразу же развернувший широкие исследования. Во вновь открытый Физический институт пришли работать молодые ученые: П.Н. Беликов, С.И. Вавилов, Б.В. Ильин, Г.С. Ландсберг, Т.К. Молодой, А.С. Предводителев, Н.Т. Федоров, В.В. Шулейкин, Э.В. Шпольский, а позже - А.С. Ахматов, физиолог И.Л. Кан, В.Л. Левшин, П.А. Ребиндер и другие. Сергей Иванович Вавилов с 1919 по 1930 г. заведовал в институте отделом физической оптики.

Институт несколько раз переименовывался, что не отражалось на программе его деятельности. В 1919 г. Физический институт был передан в ведение Народного комиссариата здравоохранения РСФСР. Затем он был переименован в Институт биологической физики, а впоследствии - в Институт физики и биофизики.

В «храме науки», который возглавил П.П. Лазарев, были развернуты важные работы. В частности, создан образцовый рентгеновский кабинет - на основе рентгеновских кабинетов МГНУ им. А.Л. Шанявского и Московского технического училища, которые ранее создавались при самом деятельном участии П.П. Лазарева, с финансовой помощью Общества им. Х.С. Леденцова. Во время первой мировой войны и Гражданской войны эти рентгеновские кабинеты провели большую работу по помощи раненым, по организации рентгеновских кабинетов в других городах страны, по обучению врачей расшифровке рентгеновских снимков. Был создан и передвижной рентгеновский аппарат на базе автомобиля.

Одними из важных исследований, выполнявшихся в институте, были работы по геофизике, в частности, геомагнетизму. В то трудное время были проведены магнитные съемки, выполнен анализ магнитных карт, на основе чего определены места с большим залеганием железных руд. Совместными исследованиями геологов и физиков была определена перспективность Курской магнитной аномалии (КМА). С работами института П.П. Лазарева связана еще одна страничка истории здания.

В комнате N 53 второго этажа Главного корпуса висит мемориальная доска, на которой написано: «22 апреля 1922 г. было произведено рентгеновское просвечивание Владимира Ильича Ленина». Как это произошло?



...В день, когда Владимиру Ильичу исполнилось 52 года, он должен был ехать в Институт физики и биофизики на 3-ю Миусскую улицу. Там ему предстояло сделать

рентгеновские снимки, чтобы определить перед намеченной операцией положение пуль, которые остались у него в теле после покушения Каплан в 1918 г. По совету наркома здравоохранения Н.А. Семашко снимки решили сделать именно в Институте физики и биофизики, где имелся хороший рентгеновский аппарат. Директор института Петр Петрович Лазарев был крупным специалистом в области рентгенологии. Приехать в институт Лазарева Ленин согласился еще и потому, что знал его как видного исследователя Курской магнитной аномалии, заместителя Губкина в Особой комиссии по КМА. Можно было сразу, как говорится, убить двух зайцев: сделать рентгеновское просвечивание и заодно из уст самого академика Лазарева узнать о положении дел под Курском.

Около полудня к подъезду института подкатил автомобиль. Из него вышел Ленин и его младший брат Дмитрий Ильич Ульянов. Их встретил Николай Александрович Семашко, прибывший с врачами несколько раньше. Поднялись наверх. Там все уже было приготовлено к началу рентгеноскопии. Не теряя времени, хирург В.Н. Розанов (врач ныне Боткинской больницы) и приехавший из Германии профессор Борхардт сделали Ленину несколько снимков. Осталось проявить и просушить пленки. И пока ассистенты этим занимались, Ленин попросил Лазарева показать ему лаборатории.

- Какие из них Вы хотели бы осмотреть, Владимир Ильич? - спросил Лазарев. - Ведь их у нас шестнадцать.

- Все и покажите.

После осмотра лабораторий Ленин попросил Лазарева проинформировать его о положении дел на КМА. Направились в рабочий кабинет директора института, где на стене висела большая карта. На ней особыми значками были отмечены места, где велись поисковые и буровые работы. П.П. Лазарев ознакомил с материалами по Курской магнитной аномалии. В.И. Ленин проявил очень живой интерес к докладу, задал много вопросов и просил в будущем держать его в кур-

се проблем КМА. Позже П.П. Лазарев передавал для В.И. Ленина несколько записок по КМА...

Точная дата появления памятной доски в комнате № 53 не установлена. Есть лишь свидетельство зам. директора ФИАН С.А. Фридшана (относящееся к 70-м годам), что мемориальная доска о рентгеновском просвечивании В.И. Ленина была установлена (наиболее вероятно между 1935 и 1940 гг.) по личной инициативе С.И. Вавилова, и это событие не было приурочено к какой-либо юбилейной дате.

Здание, построенное для ученых, было и свидетелем трагических событий в жизни известного ученого академика (с 1917 г.) П.П. Лазарева. В помещении института он не только работал, но и жил. Здесь в 1931 г. он был арестован. После ареста Лазарева Институт физики и биофизики был расформирован. С.И. Вавилов в 1932 г. переехал в Ленинград, где возглавил ГОИ.

С 1934 г., после перевода Академии наук из Ленинграда в Москву, в здании разместился Физический институт АН СССР (ФИАН). Институт организовал и возглавил С.И. Вавилов. Кабинет директора располагался в комнате №23 Главного корпуса, а комната №24 была приемной. между ними была дверь. В ФИАНе работали: Д.В. Скобельцын, В.И. Векслер, И.М. Франк, С.И. Вернов, П.А. Черенков (космические лучи, атомное ядро); А.А. Андронов, Н.Д. Папалекси (физика колебаний); Г.С. Ландсберг (физическая оптика); В.Л. Левшин, П.А. Тумерман (люминесценция); С.Л. Манделъштам (спектральный анализ); Б.М. Вул (физика диэлектриков); И.Е. Тамм, А.Д. Сахаров, В.А. Фок, В.Л. Гинзбург, К.Н. Никольский, Д.И. Блохинцев (теоретическая физика) и другие известные ученые.

После войны, в 1946 г., изначальное двухэтажное здание в виде храма было надстроено и построены еще два боковых корпуса (архитектор И.В. Жолтовский). Эти постройки выполнены тактично, в стиле первоначального здания. Поэтому все три корпуса в их теперешнем виде про-



изводят впечатление одновременно построенного ансамбля. Барельефы П.Н. Лебедева на фронтоне Главного корпуса и внутри его были сделаны именно в этот период.

ФИАН им. П.Н. Лебедева развивался и расширялся. На Ленинском проспекте для института строилось новое здание. Переезд в то здание



происходил постепенно по мере готовности новых площадей.

В 1951 г. умер С.И. Вавилов. В память об этом выдающемся ученом, директоре ФИАНа, президенте Академии наук (1945-1951 гг.) на фасаде Главного корпуса, справа от

входа была установлена мемориальная доска с надписью: «Здесь работал академик Сергей Иванович Вавилов с 1918 по 1951 г.»

В освободившиеся комнаты 3 этажа Главного корпуса осенью 1952 г. переехала Лаборатория №8 Геофизической комплексной экспедиции во главе с А.Н. Тихоновым. Отделы из МИАНа во главе с М.В. Келдышем переехали в здание весной-летом 1953 г. после того, как в апреле 1953 г. решениями Правительства и Академии наук был образован новый самостоятельный институт ОПМ МИАН СССР, директором которого назначен академик Мстислав Всеволодович Келдыш. Его сотрудниками стали известные ученые: А.Н. Тихонов, К.А. Семендяев, И.М. Гельфанд, А.А. Самарский, К.И. Бабенко, Д.Е. Охоцимский, А.А. Дородницын, А.А. Ляпунов, А.Н. Мямлин, а также многие другие талантливые молодые ученые и инженеры. Институт выполнил большое число важных новаторских работ по вычислительной математике, ядерной энергетике, космонавтике с применением электронной техники. Вычислительный центр института долгое время оставался одним из лучших в стране.

В 1962 г. был построен еще один, четвертый корпус ИПМ, архитектурный стиль которого соответствовал времени.

В 1966 г. Отделение было формально переименовано в Институт прикладной математики (ИПМ) АН СССР. Адрес: Миусская пл., д. 4.

В 1967 г. Институт прикладной математики АН СССР был удостоен ордена Ленина.

М.В. Келдыш руководил ИПМ вплоть до своей кончины 24 июня 1978г. В память о нем и в знак признания его заслуг с 1978 г. Институт прикладной математики носит его имя. На фасаде Главного корпуса, слева от входа, установлена мемориальная доска. На ней написано:



«Здесь с 1953 по 1978 год работал выдающийся советский ученый, трижды Герой Социалистического труда, академик Мстислав Всеволодович Келдыш». У входа в Институт со стороны Миусской площади 11 апреля 1983 г. состоялось открытие бюста Келдыша (скульптор В. Клыков, архитектор Р. Семерджиев). В бывшем рабочем кабинете директора ИПМ организован его Мемориальный кабинет-музей. Здесь собраны материалы о жизни и творчестве ученого, а также о научных достижениях института, им созданного.

*По материалам кабинета-музея
М.В. Келдыша*



В НАЧАЛЕ БОЛЬШОГО ПУТИ



А.В. ЗАБРОДИН

«Особенности таланта М.В. Келдыша, мне кажется, заключались в умении и предвидеть дальнейший ход развития науки, - говорил академик Ю.Б. Харитон. - Из самых тонких физических экспериментов он делал такие мате-

матические выводы, что казалось, ему доступна сама сущность вещей. Не случайно...он организовал в Академии наук Институт прикладной математики задолго до победного марша электронно-вычислительных машин».

Институт зародился в стенах Математического института им В.А. Стеклова АН СССР, где М.В. Келдыш руководил тремя подразделениями, решавшими серьезные научные и вычислительные задачи, поставленные перед наукой развивавшейся техникой. Под его руководством работали: отдел механики, расчетное бюро (РБ) во главе с К.А. Семендяевым с теоретическим сектором И.М. Гельфанда, сектор А.А. Дородницына и группа А.А. Ляпунова.

Как вспоминал академик И.М. Виноградов, «вскоре после войны пришли ко мне Ю.Б. Харитон и другие физики. Просили порекомендовать математика, который мог бы поставить расчеты по атомной тематике. Я им сказал взять Келдыша, он в любом приложении математики способен разобраться лучше всякого. Келдыш им понравился».

Заканчивался 1946 год, в то время Мстиславу Всеволодовичу было 35 лет, его избрали академиком и занимал он должность заместителя директора МИАН, которым руководил И.М. Виноградов. К осени в МИАНе было организовано руководимое им специальное подразделение, в котором начались эти расчетные работы.

Страна только что пережила войну, голод, разруху, но уже в стане держав-победительниц возникли серьезные противоречия. Все это плюс

желание обезопасить страну от возможной новой войны породили небывалый патриотический подъем, и тогда гарантией укрепления оборонной мощи была разработка атомного оружия и перевооружение армии новой ракетной техникой. Эта грандиозная работа потребовала от М.В. Келдыша полной отдачи всего себя. Позже в 1971 году на своем шестидесятилетии он с горечью скажет, что на протяжении стольких лет ему не удавалось заниматься личным творчеством.

В многотрудной работе по решению атомной проблемы на коллектив, возглавляемый Мстиславом Всеволодовичем, была возложена ответственность за ее вычислительное обеспечение. Эта работа как бы предопределяла современное развитие вычислительной математики и, в первую очередь, создание методов решения сложных задач математической физики и их численную реализацию. Тогда, до 1954 г., огромный объем вычислительной работы выполнялся организованными в институте бригадами вычислителей, пользовавшихся электромеханическими машинами (типа «Мерседес»). Работа велась круглосуточно. Бригады сменяли одна другую, передавая по сменам специально оформленные планшеты, заполненные множеством цифр. Бригадиры и руководители тематических направлений постоянно контролировали ход расчетов, а последние также обсуждали с «заказчиками» - физиками полученные результаты. Под руководством К.А. Семендяева была организована и эффективно функционировала настоящая «фабрика счета», действовавшая до внедрения первой вычислительной ЭВМ - «Стрела» (1954 г.). Никто тогда не думал о том, что рождается новое направление в науке - вычислительная математика. Главным был расчет задач.



«МЕРСЕДЕС»

В 1953 году постановлением Совета министров СССР был организован самостоятельный

институт - Отделение прикладной математики МИАН СССР. Директором был назначен академик М.В. Келдыш. Его коллектив образовался из объединения сотрудников МИАН, работавших под руководством М.В. Келдыша, и группы А.Н. Тихонова, называвшейся «Лаборатория № 8 Геофизической комплексной экспедиции АН СССР» и работавшей по той же атомной проблеме. Коллектив нового института пополнился также инженерной группой Сметно-расчетного бюро Главгорстроя (в их числе был А.Н. Мямлин) и талантливыми молодыми выпускниками университетов Москвы и других городов страны. Многие из них стали теперь маститыми учеными с мировой известностью.

В первые годы институт был закрытой организацией, числившейся как п/я 2287. При организации института основные научные направления определялись задачами атомной и ракетной проблематики. Их связующим звеном в вычислительном деле стало появление отечественной вычислительной техники. Сам М.В. Келдыш не был разработчиком ЭВМ, но был тем, без кого это связующее звено, и, следовательно, успехи обеих ветвей были бы невозможны. Он был основным заказчиком и потребителем вычислительной техники. Именно поэтому первые экземпляры многих отечественных ЭВМ осваивались в стенах института. Это тоже было предметом постоянных забот Мстислава Всеволодовича.

С появлением первых ЭВМ радикально возросли возможности вычислительного моделирования поведения сложных процессов, сопровождающих ядерные и термоядерные реакции. Но усложнялись и сами вычислительные модели и алгоритмы, которые необходимо было разработать для более детального изучения этих процессов. М.В. Келдыш руководил этой трудной творческой работой, в которой многие проблемы решались впервые.

В архиве института сохранилась часть отчетов того времени по атомной проблематике.

Первый из них - работа 1952 г. «О решении одного нелинейного уравнения диффузии» (А.Н. Тихонов, А.А. Самарский, Н.Н. Яненко). В ней исследуется процесс перемешивания разнородных слоев вещества. Теперь это актуальное направление исследований по изучению развития возмущений на контактных границах.

Следующая работа 1953 г. «Один метод интегрирования уравнения теплопроводности» (И.М. Гельфанд, С.К. Годунов, А.М. Молчанов, В.Ф. Дьяченко и др.). В ней исследовалось поведение решения нелинейного уравнения теплопроводности. Обосновывалось использование схемы расчета для интегрального представления

решения. Еще одна работа 1953 г.: «О методах разностного счета уравнений параболического типа» (А.А. Самарский). В ней дан общий подход построения разностных схем на основе интегро-дифференциального метода. Именно тогда было показано, что нелинейные задачи с разрывными решениями надо формулировать и решать в терминах законов сохранения. Теперь это классические положения.

В следующей работе «Расчет разрывов при численном решении газодинамических задач методами характеристик» (А.И. Жуков, К.А. Семендяев) изложен численный алгоритм расчета движения фронта ударной волны к центру и его результаты. Это один из первых расчетов по кумуляции энергии - основному механизму, используемому при разработке ядерных зарядов. При этом было впервые рассчитано явление откола.

«О разностных схемах для решения уравнения теплопроводности» - отчет того же года. (И.М. Гельфанд, О.В. Локуциевский) В нем излагается изобретение знаменитого метода, который позже получил название «прогонка». В том же году, в отчете А.И. Жукова, К.А. Семендяева «О решении методом характеристик задач газовой динамики» изложена фундаментальная инструкция работы «фабрики ручного счета». Это был последний метод, который использовался при ручном расчете до введения в строй ЭВМ. Вышедшая позже книга, как нам известно, была переведена в Китае.

Это только часть результатов одного года - впечатляющий итог работы института, руководимого М.В. Келдышем. Работы последующих лет, не менее важные и пионерские, расширяют и углубляют контуры нового направления науки - вычислительной математики.

В этой многоплановой деятельности института Мстислав Всеволодович участвовал не только как его директор, но и как автор разрабатываемых методов и алгоритмов. Первая методика для расчета двумерных задач была изложена в отчете 1954 г. «Решение задачи об асимметричном движении газа с ударной волной» авторы: К.И. Бабенко, И.М. Гельфанд, Н.А. Дмитриев, М.В. Келдыш, О.В. Локуциевский, Н.Н. Ченцов. В этой работе впервые была использована «матричная прогонка». Следующей важной вехой в развитии работ был 1956 год, когда возникла необходимость более детального геометрического описания процессов, происходящих при работе зарядов. Именно, на этом этапе конструирования зарядов требовалось учесть при математическом моделировании двумерный характер нестационарного движения вещества в изделиях.

Тогда М.В. Келдыш собрал ведущих ученых, приехал Ю.Б. Харитон и другие физики и состоялся серьезный разговор о постановке и начале расчетов двумерных задач. На том совещании присутствовали А.Н. Тихонов, И.М. Гельфанд, К.И. Бабенко, А.А. Самарский, К.А. Семендяев, С.К. Годунов, В.Я. Арсенин и ряд совсем молодых сотрудников. А ведь наша вычислительная база - единственная ЭВМ «Стрела» с быстродействием 2000 оп/сек и памятью 2К, по нормальным критериям никак не подходила для проведения таких расчетов. Пришлось основательно поработать и инженерам под руководством А.Н. Мямлина и программистам под руководством М.Р. Шура-Бура. Итогом этой напряженной работы было создание трех типов двумерных методик, каждая из которых открыла новое направление в развитии вычислительных методов. Коллективом в составе К.И. Бабенко, В.В. Русанова и др. были разработаны методы и алгоритмы расчета сверхзвуковых обтеканий затупленных тел, которые стали основополагающими для развития этого направления работ. Коллективом И.М. Гельфанда, В.Ф. Дьяченко и др. были разработаны методики расчета двумерных движений слоистых систем с использованием лагранжево-эйлеровых координат, которые нашли свое дальнейшее развитие. Коллективом в составе С.К. Годунова, К.А. Багриновского, А.В. Забродина был разработан оригинальный подход, который положил начало дальнейшим работам по созданию адаптирующихся алгоритмов для решения многомерных нестационарных задач газовой динамики.

Все это было придумано и реализовано за пару лет, и уже ближайшие испытания атомных изделий подкреплялись результатами математического моделирования, в которых использовались двумерные расчеты.

Еще одна очень важная проблема разрабатывалась в институте на протяжении всех лет его работы. Речь идет о создании математических моделей и алгоритмов расчета процессов взаимодействия равновесного и неравновесного излучения с веществом (плазмой) при экстремальных параметрах. Первая выполненная работа называлась «Теплопроводность веществ при высоких температурах» (А.Н. Никифоров, В.Б. Уваров). Предложенный подход положил начало многочисленным последующим работам, результаты которых используются при конструировании изделий до настоящего времени.

Со временем по этим работам вышло много монографий, часть из которых стала классикой. Но, к сожалению, в них отсутствуют привязки к конкретным задачам этих уже далеких лет.

Следует особо подчеркнуть, что работы проводились при тесном сотрудничестве института с «объектами», как мы тогда их называли. Теперь это ФЯЦ ВНИИЭФ и ФЯЦ ВНИИТФ. С их руководителями тех лет Ю.Б. Харитоном и Е.И. Забахиным у Мстислава Всеволодовича были всегда самые тесные деловые контакты, которые определяли взаимопонимание и творческий дух сотрудничества коллективов. Это было очень важно в многолетнем творческом содружестве.

Что касается ракетной тематики, то эти работы также начали разворачиваться еще в МИАН. К тому времени уже существовали немецкие работы, оказавшиеся у нас после войны, были и отечественные разработки. Первые работы отдела механики должны были подвести теоретическую базу под то, какие нужно делать ракеты, как их надо проектировать, каковы их возможности. К этим работам Мстислав Всеволодович сразу же подключил своего аспиранта Д.Е. Охоцимского и небольшой коллектив из выпускников университета и других людей, который был сформирован по его просьбе. В него входили С.С. Камынин, Т.М. Энеев, В.А. Егоров, потом появился В.А. Сарычев. Так родилась ячейка, занимавшаяся и крылатыми, и баллистическими ракетами. Первые исследования и расчеты были выполнены в 1946 г.

Когда в 1953 г. организовывалось Отделение прикладной математики, Мстислав Всеволодович предложил этому коллективу перейти в ОПМ, а Д.Е. Охоцимскому возглавить отдел № 5. Формально институт был создан не для того, чтобы вести работы по теории ракет, но, тем не менее, исследования по этой тематике здесь проводились всегда; сперва они были направлены на развитие ракетной техники, а несколько позже родилась космическая тематика, и отдел с самого начала подключился к этим работам.

Работы отдела № 5 условно можно разделить на два этапа. Первый этап - это этап, предшествовавший запуску первого спутника, то есть до 1957 г.; второй этап - это последующий период. В первый период работы в основном были направлены на теорию ракет, на то, чтобы помочь стране в разработке ракетно-космической техники, в частности помочь в создании и межконтинентальной баллистической ракеты, и крылатых ракет. Эти работы велись широкой кооперацией организаций, в их числе серьезные исследования вел ОПМ. Работы отдела по составным ракетам: по схемам ракет, по оптимальным соотношениям, по структуре, по многим обстоятельствам, связанным с определением облика ракеты, по управлению их движением, по учету подвижности

жидкости в баках, - все они были очень обстоятельными исследованиями, которые существенно повлияли на окончательные выводы и выбор конструкции ракеты.

В 1953 г. в институте были проведены исследования, которые доказали возможность баллистического спуска, в результате применения которого первый космический полет Юрия Гагарина был завешен удачным приземлением. Этот спуск происходил по такой баллистической кривой, на которой для шарообразного аппарата без подъемной силы обеспечивался спуск, хотя и с достаточно высоким уровнем перегрузок. Нужно отметить также работы по гравитационной стабилизации и ряд других.

В 1954 г., когда стало ясно, что приближается время космической эры, Мстислав Всеволодович созвал совещание ученых и руководителей ракетной техники в своем рабочем кабинете в нашем институте, где сейчас находится кабинет-музей академика М.В. Келдыша. Это историческое совещание! Д.Е. Охочимский и Т.М. Энеев принимали в нем участие, поэтому многое хорошо помнят. Присутствовали С.П. Королев, П.Л. Капица, И.А. Кибель, М.К. Тихонравов, Ю.А. Ишлинский, С.Н. Вернов и другие ученые. Это были те, кто был непосредственно связан с созданием космической техники, и те, кто мог высказать предложения по научным исследованиям, которые нужно было бы проводить со спутников.

С этого момента отдел № 5 начал вести работы, связанные с запуском ИСЗ, и вел их интенсивно в течение многих последующих лет. Когда же в августе 1957 г. была успешно испытана межконтинентальная баллистическая ракета Р-7, то стало ясно, что можно быстро вывести спутник, и он взлетел 4 октября 1957 года. Это и было начало космической эры.

В связи с развитием космической техники возникло новое направление деятельности по разработке программ научных исследований. Этому было отдано много сил и внимания: определялась стратегия - куда лететь, зачем лететь, на чем лететь и как лететь. Эту деятельность координировал Мстислав Всеволодович, многое было предложено им самим. И сотрудники отдела высказали много идей и дельных предложений. Директор быстро вникал и оценивал идеи, с которыми к нему приходили. Все знали, что Мстислав Всеволодович правильно и до конца поймет любую проблему, и не только поймет, но и оценит её по достоинству.

В отделе № 5 было несколько направлений работ, которые выполнялись под руководством Мстислава Всеволодовича и с его непосредственным участием. Прежде всего, как только полете-

ли спутники, стало ясно, что нужно определять орбиты, управлять их движением. Эта работа, вроде бы похожа на то, что всегда делали астрономы, определяя орбиты небесных тел, но в действительности здесь всё по-другому: и времена не те, и средства измерения другие, и скорости движения ИСЗ по небесному своду другие. В общем, математическая задача оказалась совсем другой, и она решалась путем разработки соответствующих методик, создания новых алгоритмов и широкого использования вычислительной техники. Необходимо сказать, что с самого начала этой работой в нашем институте занимался не только отдел № 5, но и привлекались другие отделы, - отдел программирования, отдел вычислительных машин и службы, которые были с ними ассоциированы.

Вопросы управления полетом начались со спутников, но в дальнейшем они развивались для околоземных пилотируемых полетов, для пилотируемых комплексов, для полетов к Луне и другим планетам. Эти работы повлекли за собой создание интерактивных многомашинных быстродействующих вычислительных комплексов, которые позволяли в реальном времени вести управление полетом космических аппаратов.

Второе направление - это баллистическое проектирование, то есть фаза, когда полет задумывается и нужно выбрать вариант: проанализировать всю его динамику, возможные средства управления этим полетом и сказать, что можно, чего нельзя, что для этого требуется, чего можно достичь и т.д. Это направление решало для спутников вопросы о времени их жизни, об «окнах стартов», об эволюции орбит. Когда осуществлялись полеты к Луне, облет Луны, фотографирование ее обратной стороны, посадка «Луноходов», возвращение грунта на Землю и т.д., - всё это требовало баллистического проектирования в части определения орбит и управления полетом.

После полетов к Луне встала задача полетов к планетам. Мстислав Всеволодович был инициатором этих работ в отделе № 5: он просил провести первичный анализ этой задачи с тем, чтобы получить представление о проекте, а затем дать или не давать ему дорогу в жизнь. После предварительных проработок были приняты решения о развертывании работ по полетам к планетам Солнечной системы - к Венере, к Марсу. В связи с этими проектами возникли сложные научные математические задачи, связанные с совершенствованием теории движения планет и комет и вопросами определения небесно-механических констант. Решения вытекали из возможностей, которые давали полеты, но в то же время

они же были необходимы для реализации тех самых полетов и повышения их точности.

В отделе разрабатывались вопросы ориентации, стабилизации, определения пассивно ориентированных спутников, вопросы управления спуском в атмосфере, а также вопросы создания различных перспективных космических аппаратов и многие другие.

Умение проводить комплексный охват проблемы не в одном узком направлении, но охватить все её связи, все её выходы: научные, технические, прикладные, - было чрезвычайно плодотворным. Мстислав Всеволодович делал это сам и требовал от сотрудников, которые его окружали. Он требовал доказательности, обоснованности, полезности и выполнимости дела, глубины анализа. Ценил изобретательность и всякую смелую мысль. Кроме того, он требовал, чтобы важное дело развивалось, требовал динамизма. Думая о деле как таковом, отказывался от соавторства даже в тех работах, в которых он сыграл определенную и часто существенную роль. К выполнению решенных вопросов относился принципиально, требовательно и твердо.

Несмотря на свои многочисленные обязанности Мстислав Всеволодович постоянно (и думая, с удовольствием) руководил работами института. Это не был мелочный контроль или слежение за формальной отчетностью. Ежегодно проводились сессии Ученого совета, на которых по существу заслушивались отчеты заведующих отделами. Зачастую доклад и обсуждения длились не одно заседание. Такая многолетняя тра-

диция была и праздником, и очень волнительной процедурой для каждого из заведующих отделами и ведущих сотрудников института. Многие начинали переживать и волноваться задолго до своего выступления. М.В. всегда умел увидеть слабые места обсуждаемой работы и обязательно подвергал их тщательному разбору. Особенно его заботил научный уровень выполняемых в институте исследований. Он неизменно поддерживал трудные вычислительные работы (на пределе возможного), но следил, чтобы они не превращались в рутинный счет вариантов.

Директор любил наш коллектив. В начале институтской жизни, когда в ОПМ еще работал Алексей Андреевич Ляпунов, происходили очень интересные диспуты, была атмосфера совместной очень дружной и очень слаженной работы. Все чувствовали единство духа и дела. Потом институт вырос, и хотя атмосфера в институте сохранилась, но таких частых собраний уже не было. Первые годы, когда все были молоды, больше всего сохранились в памяти. И хотя наш любимый директор выдвигал, поддерживал и способствовал вкладу в общее дело ученых всех возрастов, но молодежи он отводил особую роль. По той причине (говорил он), что ей свойственны дерзание, желание создать что-то совсем новое, и у нее особенно остро развиты творческое начало и работоспособность.

«Ищите и решайте практические задачи», - напутствовал он нас.

*Алексей Валериевич Забродин
и Дмитрий Евгеньевич Охоцимский*



Д.Е. ОХОЦИМСКИЙ

Л.Ф. КАЛЯКИНА

ЭТО БЫЛО ТАК ДАВНО...



Л.Б. МОРОЗОВА

В 1944 г. в Стекловке уже существовало Расчетное бюро (РБ), когда его заведующим стал Константин Адольфович Семендяев. Так я познакомилась с Семендяевым и фактически всю жизнь проработала с ним (до того момента, пока он не ушел из Института прикладной математики). В Расчетном бюро мы считали таблицы для Артиллерийского управления. Семендяев был прекрасным организатором расчетов. Работали девочки с десятиклассным образованием. Счет был разбит на небольшие простые операции. Считали в основном на арифмометрах, а некоторые самые простые вещи вычисляли даже на счетах. Был один «Мерседес», - на нем работала Мария Дмитриевна Тахтамышева, - и один «Рейнметалл», - на нем работала теща Шостаковича (забыла ее фамилию). Четверо научных со-



М.Д. ТАХТАМЫШЕВА

трудников: Мария Дмитриевна Тахтамышева, Наталия Вацлавовна Леви, Любовь Абрамовна Шохат и я, - в конце какого-то этапа вычислений контролировали правильность результатов (строили графики, смотрели гладкость и прочее). С какого-то момента начали делать параллельно два расчета.

Ассом был Константин Адольфович. Он мог посмотреть на большую таблицу цифр, ткнуть пальцем и сказать: «Вот здесь ошибка. Нужно пересчитать.» Мы всегда изумлялись, - он моментально находил ошибку! Константин Адольфович цифры чувствовал исключительно, как никто.

Келдыш сначала у нас не работал. Расскажу, как я впервые его увидела. Еще во время войны в Стекловке работал научный семинар, и мы ходили на этот семинар (нас в РБ было несколько человек и нас приглашали). Мы, правда, мало что понимали на этом семинаре, но все-таки ходили, было интересно. Доклады делали все великие математические умы, например, Канторович, Христианович и др. Однажды мы пришли на семинар, и доклад делает молодой, безумно красивый ученый: в прекрасном костюме (а это было в войну, когда все ходили «неглаженными», если не сказать «обтрепанными»), в безукоризненной рубашке с красивым галстуком, движения раскованные, свободные, - жгуче-черный красавец. Оказалось, это Келдыш. На нас он произвел неизгладимое впечатление. Мы не понимали, о чем он рассказывал, но говорил прекрасно, держался очень свободно и был совершенно не похож на других «зажатых» математиков. Гельфанд, например, тоже блестящий человек и умница, остроумный очень, но такого вида, как у Келдыша, у него не было. А этот был как артист, - очень красив и жгуче-черен. Нам он очень понравился.

Людмилу Всеволодовну Келдыш (его старшую сестру) мы знали давно, она работала в Стекловке, тогда как Келдыш еще работал в ЦАГИ. Тогда говорили, что он всегда отличался безукоризненностью костюма. Те, кто работали в ЦАГИ, рассказывали, что когда они выходили из электричек на станции Отдых, то одежды были помятыми, несвежими, а Келдыш выходил из электрички, как-будто только что отутюженный, и шел в ЦАГИ. Не помню, в каком году он начал работать в Стекловке (приблизительно, в 1944); этот доклад на семинаре был как раз перед этим.

Итак, он появился и через некоторое время наладил связь с физиками, то-есть мы начали считать для физиков. Одновременно создали теоретический сектор, которым руководил Израиль Моисеевич Гельфанд. Требовалась новая методика для решения совершенно новых и очень серьезных задач физиков. Работали в новом секторе Марк Аронович Наймарк (недолгое время), потом появились талантливые молодые ребята, закончившие университет: Альберт Макарьевич Молчанов, Алеша Милютин (потом он ушел в Физпроблемы, и я потеряла его из виду), были еще аспиранты Гельфанда. Позже (в 1950 г.) пришли на практику в РБ Стекловки Сережа Годунов (по прозвищу «царь»), Володя Дьяченко, Юра Морозов и Леля Морозова, но она была лишь на практике, а ребята остались работать в

Стекловке и после окончания МГУ в 1951 г.

Вскоре 3-й этаж, где было РБ, закрыли: поставили загородку и посадили женщин, которые стали проверять пропуска. Образовался I-й отдел. В каждой комнате поставили железные ящики, в которые мы прятали все текущие расчеты и, главным образом, выкладки. Одно время я тоже занималась выкладками. Это были такие рутинные алгебраические преобразования, которые делались в две руки. Был один случай, когда довольно сложное преобразование сделали в две руки, все совпало, но результат не соответствовал ожидаемому. Третий человек сделал эти же выкладки и получил то же самое... А потом оказалось, что все трое в одном и том же месте сделали одну и ту же простую ошибку! Эти трое были Морозова, Дьяченко и Годунов. На панель их вызвал И.М. Гельфанд. У доски «прыгал» Я.Б. Зельдович и говорил, что, вероятно, это новый эффект. Но Константин Адольфович Семендяев сразу сказал, что это ОШИБКА. Тогда Гельфанд стал добиваться от ребят признания, что они друг у друга списали! Но этого не было, а ошибка оказалась в том, что при выкладках сокращали два члена разных (но на глаз одинаковых). Это был совершенно уникальный случай.

Я.Б. Зельдович в Стекловку к нам приходил часто, он следил за всеми расчетами. Решали мы в основном систему газодинамических уравнений. Бюро сильно расширилось, набрали много сотрудников, среди которых были и десятиклассники. Константин Адольфович был непревзойденным организатором расчетов. Он всё так организовал, что каждый выполнял простую вычислительную работу, для которой не требовалось математического образования. Это было хорошо и с другой стороны, - никто не понимал, что же решается: скорость, время, давление обозначались другими буквами, так что догадаться было невозможно и невозможно было провести никаких аналогий, если, конечно, не знать сути расчета.

Я помню, теоретики решали проблемы, связанные с возникновением ударной волны. Это очень трудные вещи, так как функции ведут себя непредсказуемо: они негладкие, с разрывами, и возникают дельта-функции. Проверить по графикам или другим критериям было невозможно. Физики очень интересовались нашими расчетами. Однажды к нам приходил Л.Д. Ландау с учениками. Я его видела и помню, какое неизгладимое впечатление о себе он оставил. Сказать, что он был человек стремительный, - этого мало; он был просто ВИХРЬ, а за ним неслись вихрем его мальчишки: Лившиц, Халатников, Мейман (математик). Ландау понимал все с полуслова, сообра-



Я.Б. ЗЕЛЬДОВИЧ

жал моментально, а все смотрели ему в рот и всегда ему подражали. Настолько, что когда позже Ландау заболел вдруг свинкой, все его ученики по очереди тоже заболели свинкой. Какое-то время даже Гельфанд жаловался, что у него болит за ухом - «наверное, свинка», - а мы дружно смеялись. Я даже не помню, была ли потом у Гельфанда свинка, но ему очень хотелось бы заболеть...

К.А. Семендяев осуществлял непосредственную связь физиков с Расчетным бюро, он всегда бывал на семинарах в Институте физпроблем. Причем я помню, он рассказывал, что когда Зельдович объяснял ему физическую задачу, - как всегда очень быстро, эмоционально, интересно, - Семендяев внимательно выслушивал, а потом говорил: «А теперь, Яков Борисович, объясните мне все конкретно». Потому что в эмоциях и физической пестроте не всегда улавливалось, что же действительно нужно сосчитать. Так что Константин Адольфович всегда был тесно связан с физиками, а в своей области был великим, непревзойденным!, организатором вычислительного процесса. ВЕЛИКИМ! Я других таких не знаю...

Дальше. Когда мы считали задачи для физиков, девочки работали уже на «Мерседесах». Я тогда счетом не занималась, а работала с Гельфандом по аналитическим выкладкам. В один прекрасный день 1951 г. пришел к нам выпуск с мехмата МГУ: В.Дьяченко, Ю.Морозов, В.Семячкин и др.. Некоторые из них до этого делали у нас дипломы. Константин Адольфович вызвал нас троих (меня, Морозова и Семячкина) и говорит: «Так и так, мол, вычислительная техника

развивается, «Мерседесы» - это уже вчерашний день. Будут большие вычислительные машины, надо их изучать». Таким образом, была образована группа, которая стала изучать, как работают вычислительные машины: двоичную систему, способы представления чисел, переводы из одной системы в другую, возможности машины, ее систему команд и т.д. Литературу мы переводили с английского.

Я не помню, в каком году появились материалы по «Стреле», самой машины еще не было, а бумаги уже существовали - уже были плохо чи-



С.С. КАМЫНИН

таемые «синьки». Так как все материалы существовали в одном-двух экземплярах, требовались инженерам и были засекречены, то мы втроем ходили в СКБ-245, где делали «Стрелу», и там нам выдавали огромные журналы синек. Мы приходили в большую зал, в котором стояли кульманы и работали инженеры, а в конце зала в углу висело переходящее Красное знамя. Рядом с ним стоял столик, за которым мы втроем сидели и разбирали трудно читаемые слова. Но это был еще только проект, а машину вот-вот начинали делать. Потом оказалось, что не все, что было задумано, смогли осуществить. Например, они не смогли сделать деление, а было вычисление обратной величины (с последующим умножением).

Тогда же или немного раньше мы начали программировать на некую гипотетическую машину. Стали писать программы, не имея никакой машины, по ручной методике расчета системы газодинамических уравнений, когда счет велся по характеристикам (линиям, вдоль которых выпол-

нялись некоторые математические условия). Так мы пробовали программировать задачу по кусочкам для системы команд, похожей на «Стрелу», но взятой, кажется, из английского журнала. Один человек программировал, а второй проверял и радовался, если находил ошибку у первого. Конечно, и после этого в программах оставался еще «вагон» ошибок, - программисты мы были начинающие, неопытные. Задачи же были реальные, сложные. К тому времени Сергей Сергеевич Камынин перешел из отдела механики МИАН в программисты. Я помню, что он поспорил с Морозовым на бутылку шампанского, что напишет программу без ошибок (безошибочных программ пока не встречалось.) По-моему, ему-таки пришлось купить шампанское, и мы его дружно распили.

Забегая несколько вперед, скажу, что единственный, кто, как я помню, написал программу без ошибок на настоящую машину, был Игорь Задыхайло. Это была его дипломная работа. Игорь Задыхайло, Сева Штаркман, Таня Тросман, Эдуард Любимский - этот курс пришел в ОПМ на дипломные работы в 1953 г. Их дипломные работы - части программы «слойки» (счет по слоям). Они делали эти программы на «Стрелу». Задыхайло писал решение уравнений теплопроводности. Не помню, что писали Любимский и Тросман, но Сева Штаркман делал программу для БЭСМ, - печать команд (программы).

У физиков, помимо газодинамических задач, возникли и другие, связанные с этим же. Нам особенно не рассказывали, что это за расчеты и для чего они ведутся, но физики результатами очень интересовались. Как только был готов расчет, прибежал Зельдович, приносил девочкам конфеты и смотрел результаты. Первый раз он принес конфеты в кульке, и наши дамы долго это обсуждали: «Как это так, не в коробке, а в кульке?!» После этого он стал носить коробки конфет. Ландау тоже приходил неспроста: он тоже смотрел цифры, графики, картинки, расчеты. Мы слышали бурные эмоции, возгласы, обсуждения и понимали, что физикам все это было очень интересно, важно и нужно.

Кстати, расчеты велись в нашем РБ, в Физпроблемах и у А.Н.Тихонова по разным методикам. Поэтому у физиков имелась возможность сравнивать результаты. Они считали, что если на $n\%$ результат их удовлетворяет, то это уже хорошо. О 100% -м совпадении речи не шло.

Счет по характеристикам для больших вычислительных машин оказался неприемлемым, неудобным. Возникла гигантская проблема: как вести счет задачи на машине. Этим очень много занимался И.М. Гельфанд. Для машин начали разрабатывать методику счета по времени (т.е.

основной аргумент - не координаты, а время). Это был счет «по слоям». Никаких доказательств того, что счет будет сходиться к решению, не было. И все время возникал вопрос о сходимости: вдруг сосчитаем, а ничего не получится!? Но счет по слоям был удобен тем, что всегда имелась возможность уменьшить шаг по времени и сравнить результаты, насколько они совпадают с бо́льшим и меньшим шагом.

И.М. Гельфанд, Сережа Годунов, Володя Дьяченко. Альберт Молчанов занимались подготовкой расчетов, методикой. Годунов, по-моему, защитил кандидатскую диссертацию именно по этим вещам.

К газодинамике присоединились уравнения теплопроводности и другие. Все это нужно было в будущем решать на машине. К этому готовились, а пока считали на руках. Для счета вручную не было упорядоченной сетки, а для машины нужны были упорядоченные множества... Первые реальные задачи начали считать на «Стреле», а затем на БЭСМ. Заработала она в ИТМиВТ в 1953 году.

Несколько ранее, летом 1952 г. Константин Адольфович отправил меня в Киев для того, чтобы ознакомиться с машиной МЭСМ, - первой нашей вычислительной машиной, которую сделал академик С.А. Лебедев. Машина была еще очень примитивной. Программа набиралась штекерами, поэтому она была неизменяемой. Объемы памяти не помню совершенно, но помню, что считала она с фиксированной запятой, печати не было, а результат в двоично-десятичном виде (4 разряда на цифру) оператор просто считывал с регистра на пульте, когда МЭСМ останавливалась. После команды «пуск» счет продолжался. Было всего 4 знака после запятой. Но тогда там считали задачи для строительства Куйбышевской ГЭС, т.е. очень нужные задачи. На основании уже мне известных алгоритмов (у нас в Стекловке работал семинар, и мы реферировали статьи из американских журналов, где и были способы переводов), я сделала программу перевода из 10-й системы в 2-ю. Я ее проверила, но при мне эта программа еще не использовалась. На машине я работала за пультом, списывая результаты и пуская счет дальше.

МЭСМ стояла под Киевом в Феофании (теперь это Киев), недалеко от Института кибернетики Украинской АН. Там мы и жили, а многие местные ночевали, потому что машина большей частью работала ночью. Днем она сбивалась из-за перепадов электрического напряжения. Это была общая беда первых наших вычислительных машин, - работали ночами. В Феофании жизнь была организованной. Одна женщина, в роли се-

стры-хозяйки, готовила обеды и ужины (мы ей давали деньги). Иногда мы ездили в Киев.

Сергей Алексеевич Лебедев тоже бывал там часто. Он был очень увлечен этим делом. Гениальный, конечно, человек и настоящий ученый, очень много сделавший для вычислительной техники. Его машина БЭСМ-6 была в 60-х годах на уровне мировых стандартов. Очень увлеченный был человек... Сергей Алексеевич также приезжал по ночам и сидел за пультом на соломенном кресле, поджав одну ногу под себя. До сих пор помню его фигуру, сидящую за пультом...

Физики поначалу к электронным вычислительным машинам отнеслись скептически, - быть может, не скептически, но не были уверены, получают они какие-нибудь результаты или нет. НЕ ВЕРИЛИ, что из этой затеи что-то может получиться. М.В. Келдыш же очень верил и настаивал на том, чтобы все считали на машинах. Он с самого начала поверил в вычислительную технику; физики же отмахивались.



М.Р. ШУРА-БУРА

«Стрелу» далали очень долго, потому что что-то без конца не получалось. Она вошла в строй в 1953г., и первый ее экземпляр был установлен в Отделении прикладной математики. Программы на «Стреле» отлаживали примитивно: писали какие-то тесты, их просчитывали вручную, а потом добивались того, чтобы машинный результат сходился с ручным в пределах точности.

БЭСМ, созданная в Москве под руководством С.А. Лебедева, была быстрее «Стрелы» в 3-4 раза. Для того, чтобы удовлетво-

ритель физиков, которым было необходимо большое количество вариантов просчетов по «слодке», мы получили машинное время на БЭСМ, так как «Стрела» не смогла нас обеспечить полностью. Поэтому мы стали быстро делать наши программы на БЭСМ, которая была расположена в ИТМиВТ на Ленинском проспекте. Для их отладки сверяли результаты с просчетами на «Стреле».

Машина была маломощной (память всего 1024 ячейки!), и было необходимо придумать, как же вести счет? Суметь разбить задачу на части так, чтобы помещались и программа, и числа, и результаты для каждой части счета, а в конце концов и для всей огромной задачи. Здесь нам помог Михаил Романович Шура-Бура, он был консультантом по программированию. Мы сделали возможность последовательного счета частей программы, то-есть чередование программ и счет по шагам. Михаил Романович проявлял виртуозность в программировании, используя даже один код и как число, и как команду. Как мы говорили, занимался кибернетикой, которая тогда считалась «наукой мракобесов». Выделили величины, которые нужны в точке сетки при счете по шагам, создали возможность продолжения счета с предыдущего шага и т.д. Сейчас все это звучит, как общеизвестные истины, а тогда эти истины нами придумывались, разрабатывались и реализовывались.

Машина БЭСМ тоже работала только по ночам, днем она часто сбивалась. Ее память была на ртутных трубках, и в дневное время из-за неустойчивости напряжения в сети все трубки «заплывали», т.е. устанавливались в «1». Поэтому результаты предыдущего шага всегда нужно было иметь как начальные данные для следующего шага. Гельфанд был человеком очень остроумным, он называл БЭСМ Клеопатрой, потому что она требовала у человека ночь. Вообще Израиль Моисеевич очень многое сделал для решения физических задач на машинах...

В Стекловке был еще отдел механики, и мы знали, что они занимаются космическими делами. Работали в нем Д.Е.Охоцимский, Сева Егоров, С.С.Камынин и др. И между прочим, М.В. Келдыш очень хотел, чтобы и они тоже приобщились к вычислительной технике. Когда мы начинали считать задачи на БЭСМ, то обязательно при счете должен был присутствовать математик. И вот они стали дежурить вместе с программистами; Дмитрий Евгеньевич, Сева Егоров, Рая Казакова, Саша Платонов проводили ночи с Клеопатрой. Келдыш был все-таки очень большой умница, - он поверил и в универсальность вычислительных машин...

Расскажу, как образовалось Отделение прикладной математики. Мы заполнили какие-то анкеты, и нам сказали, что мы переезжаем. Это было летом. Все ждали, когда будет готово новое здание для Физического института на Ленинском проспекте, а мы переедем в их старое. И в какой-то день действительно переехали, причем просто нам было велено завтра придти на работу на Миусскую площадь.

Отдел А.Н. Тихонова при образовании ОПМ занял 3-й этаж, отдел Константина Адольфовича был на 2-м этаже (его кабинет слева). Левую половину 1-го этажа занял отдел Д.Е. Охоцимского (где он и теперь), а отдел программирования во главе с А.А. Ляпуновым занимал всю правую половину, - как раз напротив кабинета директора.

Мы пришли, но делать ничего не могли, потому что все наши бумаги были проштампованы, засекречены и хранились в I отделе, а он еще не переехал. Делать было нечего, мы сидели и играли в домино: я, Лев Панфилов, Толя Жуков. (Кстати, Панфилов и Жуков были с одного курса и закончили МГУ раньше, чем Семячкин, и раньше него появились в Стекловке. Жуков занимался вычислительными методами.) Вот мы играем в домино, и вдруг заходит Келдыш. Конечно, на его лице отразилось, что он о нас думает. Мы сразу смешались, но тут же ему объяснили, что мы ничего не можем делать, потому что I отдел еще не переехал, и у нас нет рабочих материалов. Он сказал: «продолжайте», т.е. разрешил...

У нас был серьезный клуб доминошников, «козлиный клуб». В этом клубе состоял и К.А. Семендяев. Он очень хорошо играл в домино и очень увлекался этим. Я тоже играла в этом клубе в паре с А. Молчановым. Мы сыгрались с ним очень! «Козлистами» были Л. Панфилов, А. Жуков, В. Семячкин, В. Дьяченко и др. Но никогда не играли в рабочее время, - это просто никому в голову не приходило.

Мы всегда с увлечением занимались работой и никогда не смешивали ее с играми. На машинах работали до безумной усталости, но было очень интересно: вроде бы из ничего получается картинка; а когда ее нарисуют на графике, то это - полный восторг! Вот тогда физики всерьез заинтересовались результатами счета на машинах. На «Стреле» выдачи печатались на широкой бумаге (одни числа). Я помню, как А.Д. Сахаров на коленях ползал по разложенным на полу простыням выдач и был доволен результатами. Тогда еще не смекнули, что выдачу можно складывать гармошкой и после этого просматривать числа за столом, поэтому рулон бумаги раскатывали на полу в машинном зале.



АДРЕС М.В.ЖЕЛДЫШУ В ДЕНЬ ЕГО 60-ЛЕТИЯ
ОТ СОТРУДНИКОВ ОТДЕЛА №5

КОММЕНТАРИИ К АДРЕСУ

1. **«Пакет»**
(Проблема оптимальной компоновки ускорителей ракеты. - Д.Е. Охоцимский, С.С. Камынин)
2. **«Сильный взрыв»**
(Расчет атомного взрыва. - Д.Е. Охоцимский, З.П. Власова, Р.К. Казакова)
3. **«Спутник N 1»**
(Оптимальное выведение спутника на орбиту. - Д.Е. Охоцимский, Т.М. Энеев - теория; Д.Е. Охоцимский, Т.М. Энеев, Г.П. Таратынова - расчет орбиты)
4. **Стрельба на максимальную дальность**
(Т.М. Энеев, Д.Е. Охоцимский - теория и расчет стратегических ракет)
5. **«Проложил к Луне дорогу»**
(В.А. Егоров, - он в коляске. Коляску везет М.В. Келдыш - официальный руководитель аспиранта Егорова)
6. **«Луна фотографируется с обратной стороны»** (Д.Е.Охоцимский, М.Л.Лидов, Н.М.Тесленко)
7. **«Жидкость долго изучали...»**
(Д.Е. Охоцимский - теория движения ракет с жидким наполнением.)
8. **«Овраги...»**
(В математическом методе «кратчайшего спуска» очень вредят так называемые «математические овраги». В ИПМ придумали, как их обходить - Т.М.Энеев)
9. **«... не вперед, а все вокруг»**
(Теория и определение по наблюдениям вращательных движений искусственных (и естественных) небесных тел - В.В.Белецкий)
10. **«Разгон по спирали...»**
(Теория полетов космических аппаратов с малой тягой - Д.Е. Охоцимский, Т.М. Энеев, Г.Б. Ефимов, В.В. Белецкий, В.А. Егоров)
11. **«Земля, орбита, звездочка»**
(«Звездочкой» назывался (и называется) способ выведения космического аппарата с незамкнутой промежуточной орбиты спутника на орбиту полета к планетам. Этот способ придумал Т.М. Энеев.)
12. **«ЭВМ - связь со спутником...»**
(Оперативные работы - Э.Л. Аким, Т.М. Энеев, З.П. Власова, Р.К. Казакова, А.К. Платонов и многие другие сотрудники ИПМ.)
13. **Картинка «Земля с орбитами»**
(Эволюция орбит - Д.Е. Охоцимский, Т.М. Энеев, М.Л. Лидов, Г.П. Таратынова, М.А. Вашковьяк)
14. **«Спуск с орбиты на Землю»**
(Д.Е. Охоцимский, Т.М. Энеев)
15. **«Мягкая посадка на Луну»**
(Д.Е. Охоцимский, М.Л. Лидов)
16. **«Коридоры...»**
(Коридоры возможного спуска на Землю с подлетной траектории. - Д.Е. Охоцимский, Н.И. Золотухина)
17. **«По пассивности пример...»**
(Идея - Д.Е. Охоцимский - и теория пассивной стабилизации спутников - Д.Е. Охоцимский, В.А. Сарычев, Ю.А. Садов, В.В. Белецкий)
18. **«Масконы...»**
(Концентрации масс на Луне, мешающие хорошо рассчитывать окололунные орбиты - М.Л. Лидов, Т.М. Энеев, Н.Н. Козлов, Э.Л. Аким и другие)
19. **«Забор лунного грунта»**
- 20-21. **Две картинки к началу работ по теории шагающих роботов, роботов с элементами искусственного интеллекта и т.д.**
(Д.Е. Охоцимский, А.К. Платонов, В.В. Белецкий и многие другие)



К.И. БАБЕНКО

Все-таки М.В. Келдыш был необычайно прозорливым человеком, - он задолго до их появления оценил возможности и будущность вычислительных машин. Он не пожалел времени на обучение и освоение машины, и это потом с лихвой окупилось. (Физикам же был нужен сиюминутный результат и чем быстрее, тем лучше.)

Наш отдел программирования в ОПМ вначале возглавлял Алексей Андреевич Ляпунов. Он был кладезем идей и обаятельнейшим человеком. Он был на фронте, и я помню, как в гимнастерке, с черными усами, молодой и румяный он пришел в Стекловку. Его белозубую добрую улыбку, карие глаза забыть просто невозможно. Обожал студентов, любил с ними разговаривать, увлекая за собой в науку. Тогда говорили, что Вера Фигнер являлась его дальней родственницей. Он в родне с Наметкиным и математиком Ляпуновым. Это поколение старых интеллигентов, таких теперь нет. Новая интеллигенция совсем иная...

Алексей Андреевич был талантливейшим человеком, но теоретиком. Он цифры не любил, а в программировании без этого нельзя. Поэтому позже, когда М.Р. Шура-Бура защитил докторскую диссертацию в ИТМиВТ и перешел работать в ОПМ, он возглавил программистов, а А.А. Ляпунов стал руководителем группы кибернетики в составе отдела программирования.

Я хорошо знала другого корифея - Константина Ивановича Бабенко. Я помню Костю

еще по Харьковскому университету (до войны). Еще там все знали, что Костя Бабенко – ГОЛОВА. Он, кстати, всегда отличался от студентов своим внешним видом. В те времена студенты были бедные, но кроме бедности, еще и неряшливые. Костя же всегда ходил в красивых отутуженных костюмах и белоснежных рубашках, несмотря на то, что он как многие жил в общепитии. Выглядел всегда «с иголочки» и в этом смысле был похож на Келдыша...

Когда началась война, то наших ребят после 3-го и 4-го курсов взяли в армию. А Костя в тот момент закончил 5-й курс, и его почему-то не взяли (из-за зрения, кажется). Поэтому он поступил в Академию имени Жуковского, а после ее окончания поступил в адъюнктуру и защитил кандидатскую диссертацию. Не помню, защитил ли он докторскую тоже в Академии или уже у нас. Но еще будучи в Академии он стал контактировать с Келдышем. Костя был природным математиком, - это его увлечение жизни, - и Келдыш пригласил его работать к нам в институт, сначала в отдел Гельфанда, а потом заведующим отделом. Константин Иванович был крупным настоящим математиком. Для него математика не была делом карьеры, а он ею жил. Келдыш же ценил людей творческих и понимал кто чего стоит.

Любовь Борисовна Морозова (Мельцер)

ТЕМНОГО ОБ ИСТОРИИ ОТДЕЛА № 3



В.Я. ГОЛЬДИН

Фактически он был создан в 1948 г. для решения актуальнейшей проблемы тех лет - расчета мощности ядерного взрыва. Сложность этой задачи настолько превосходила всё, известное тогда отечественной науке, что мнение специалистов было единодушным - полный расчет сделать невозможно.

Мы начали эту работу в 1948 г. в подразделении, которое тогда было специально создано и которое называлось «Лаборатория № 8 Геофизической комплексной экспедиции». Какие события привели нас к этой работе, в каких условиях эта работа начиналась, и как все это было?

В 1947-1948 гг. дело близилось к тому, что будет создана наша атомная бомба. На семинаре И.В. Курчатова в начале 1948 г. состоялось обсуждение теоретической оценки энергии взрыва. На семинар был приглашен А.Н. Тихонов. Выслушав доклад Л.Д. Ландау, он высказал мысль, что эту задачу можно сосчитать в лоб методом конечных разностей в лагранжевых переменных. Спустя небольшое время ему предложили взяться за эту работу. Он дал согласие. Нужно заметить, что в те времена разностные методы применялись для решения очень частных простейших задач. Результатом работы семинара было то, что И.В. Курчатова подготовил постановление Правительства, которое было принято 10 июня 1948 г. и по которому, в частности, создавалась наша лаборатория и расчетное бюро в МИАН им. В.А. Стеклова для расчета сжатия бомбы.

Задача представлялась архитрудной, поскольку никаких ЭВМ еще не было и в помине, и

единственный способ вычисления был связан либо с логарифмической линейкой, либо с арифмометром. Правда, когда мы начали считать, появились трофейные электромеханические счетные машинки «Мерседес». Не менее трудно было создать коллектив для работы. А.Н. Тихонов в то время заведовал кафедрой математики на физфаке МГУ и математическим отделом Геофизического института. К этой работе он привлек закончившего у него аспирантуру А.А. Самарского, дипломника В.Я. Гольдина, геометра с мехмата Н.Н. Яненко, сотрудника своего математического отдела в Геофизическом институте Е.С. Кузнецова. Позже к ним присоединились И.М. Соболев, Б.Л. Рождественский и В.Я. Арсенин и другие.

Андрей Николаевич понимал, что для этой работы недостаточно математических выкладок на бумаге, нужно будет еще очень много считать. Поэтому он взял для проведения расчетов нескольких выпускников мехмата МГУ и большую группу из Геодезического института, которых готовили как вычислителей (Волчинская, Солодков, Бобынин, Трофимова, Равинская, Бусурина, Горбушина, и др.), ими руководила очень опытный расчетчик Ольга Павловна Крамер, которая была хорошо знакома с численными методами.

Вначале работали в помещении Геофизической комплексной экспедиции, на ул. Пятницкая, 48. Очень скоро, осенью 1948 г., мы переехали на ул. Кирова (ныне Мясницкую), где в большом зале сидело 20-30 вычислителей, которые считали на «Мерседесах». Велась работа, которая была предложена группой Ландау: модель взрыва голого шара описывалась системой обыкновенных дифференциальных уравнений. Впоследствии это задание было заменено нами на полную систему уравнений в частных производных вместе с уравнением переноса. Опираясь на эту систему, А.Н. Тихонов и А.А. Самарский начали работу по созданию разностного метода решения этой сложной полной системы уравнений. Предложенный А.А. Самарским способ распараллеливания счета (когда 10-15 вычислителей одновременно считали по какому-то отдельному куску задачи и обменивались полученными результатами) очень ускорял получение конечного результата. Начали работу в конце лета 1948 г., а в 1949 г. был выполнен первый полный расчет такой задачи.

В ходе этой и последующих работ были созданы многие методы, прочно закрепившиеся в арсенале науки - использование лагранжевых переменных (А.Н. Тихонов), построение однородных разностных схем (А.Н. Тихонов и А.А. Са-



А.А. САМАРСКИЙ и А.Н. ТИХОНОВ

марский), принцип консервативности разностных схем (А.А. Самарский и А.Н. Тихонов). Именно тогда складывалась методология современной вычислительной математики и математического моделирования...

Заметно позже нам стало известно, что в это же время, в рамках той же атомной проблемы решались уравнения газодинамики, - над этим работал Я.Б. Зельдович в Институте химфизики. Он привлек для расчетов сотрудников МИАН им. В.А. Стеклова, работавших под руководством Мстислава Всеволодовича Келдыша. Через него физики познакомились с Константином Адольфовичем Семендяевым, который стал руководить расчетом задачи сжатия бомбы. Но в Лаборатории № 8 об этом ничего не знали.

Этой же задачей занимались и в Институте физических проблем, где также было создано вычислительное бюро под руководством Н.Н. Меймана. У нас в то время было очень тесное взаимодействие с сотрудниками этого института И.М. Халатниковым и Е.М. Лифшицем. Расчеты, которые мы делали для них, были очень срочными, поэтому они приезжали и смотрели только что полученные результаты, затем оформлялся секретный отчет, и его отправляли в Физпроблемы.

26 февраля 1950 г. вышло постановление о подключении нашего коллектива к расчетам по созданию водородной бомбы. После этого к А.Н. Тихонову приехал И.Е. Тамм, а вскоре к нам приехали наши знакомые А.Д. Сахаров и Ю.А. Романов, начавшие непосредственную работу. Для нового изделия наши методы пришлось довольно сильно трансформировать. В это время А.А. Самарский получил очень важный результат: он предложил использовать консервативные разностные схемы (на основе законов со-

хранения) для решения полной системы уравнений в частных производных. Этот метод, примененный в 1950 г., существенно облегчил расчеты. Взаимодействие с физиками для нас также было очень полезным, - мы внесли много усовершенствований в методики, благодаря обсуждениям проблемы. Для новых задач понадобились трехгрупповые расчеты уравнений диффузии нейтронов. Общими усилиями, используя идеи физиков, в частности, «усовершенствованный диффузионный метод» Романова, в 1951 г. удалось рассчитать 1-й вариант по заданию Сахарова.

На комиссии 1952 г., которой руководил Д.И. Блохинцев, рассматривались и сопоставлялись расчеты, сделанные нами и параллельно в вычислительном бюро ИФП АН СССР (тогда-то мы о них и узнали). В результате обсуждений в методы расчетов были внесены усовершенствования, которые помогли физикам выбрать окончательный вариант изделия. Заметим, что расчеты полной системы уравнений в частных производных в ИФП стали выполняться после наших отчетов. А вторым следствием этой комиссии (как нам сказал А.Н. Тихонов) было решение об объединении всех вычислительных групп в один институт. В 1952 г. мы переехали в бывшее помещение ФИАНа на Миусскую площадь и заняли третий этаж Главного корпуса, что было началом создания ОПМ - Отделения прикладной математики МИАН СССР - будущего ИПМ им. М.В. Келдыша.

В начале 1953 г. туда стали переезжать группы из МИАНа. В апреле 1953 г. вышли официальные постановления о создании нового института во главе с М.В. Келдышем, а А.Н. Тихонов стал первым заместителем директора. На-

ша Лаборатория № 8 стала отделом № 3, и его возглавил А.А. Самарский. На Миусской собралось несколько коллективов. Отдел № 1 - отдел К.А. Семендяева, в котором занимались газодинамикой сжатия бомбы. Переехал также коллектив, возглавлявшийся И.М. Гельфандом (отдел № 2), в нем тогда занимались автомоделными решениями, связанными со сжатием. Кроме того, туда переехали два коллектива, которые занимались ракетными делами - Д.Е. Охоцимского (отдел № 5) и А.А. Дородницына (отдел № 6); был создан также отдел программирования во главе с А.А. Ляпуновым. В скором времени А.А. Ляпунов отошел от руководства, и этот отдел возглавил М.Р. Шура-Бура. Тогда же в ОПМ пришли инженеры во главе с А.Н. Мямлиным.

Так возник институт с большим коллективом сотрудников, работавших в разных направлениях. Обмен опытом между отделами был крайне полезен. Мы считали задачи разными методами. На обсуждениях у директора часто возникали очень жаркие споры по поводу того, какие разностные схемы счета нужно использовать и т.д. К этому времени появилась первая ЭВМ БЭСМ-1. Она была сделана в Институте точной механики и вычислительной техники. Весной 1954 г. на Миусской заработала первая серийная ЭВМ «Стрела», которая монтировалась в ОПМ с ноября 1953 г.

Появление ЭВМ резко сменило ситуацию. Методы, которые были развиты ранее, нужно было приспособлять для ЭВМ. Во-первых, трансформировать метод, улучшать модель и т.д., а во-вторых, нужно было создавать программу в машинных кодах. Программы создавались в отделе программирования, но у нас в отделе Ольга Павловна Крамер первой написала реальную программу для «Стрелы». Следует отметить очень важную роль коллектива инженеров, который был создан для обслуживания «Стрелы», под руководством Анатолия Николаевича Мямлина. Надо сказать, что это были энтузиасты, высококвалифицированные люди, они обеспечили надежную работу «Стрелы». Для нас это означало очень многое. «Стрела» делала в то время 2000 операций в секунду (вместо 1/10 операции в секунду при ручном счете), так что ускорение по тем временам было колоссальным. Наличие этой машины позволило нам проводить серийные расчеты уже в конце 1954 г.

Мы работали в тесном контакте с И.Е. Таммом, А.Д. Сахаровым, Я.Б. Зельдовичем, Ю.А. Романовым и другими ведущими учеными Института экспериментальной физики (Арзамас-16). Когда организовывался Институт технической физики (Челябинск-70), большая группа их математиков прошла у нас годичную стажировку

и получила в приданое полный комплекс наших производственных программ, а руководителем их вычислительного сектора стал наш сотрудник Н.Н. Яненко.

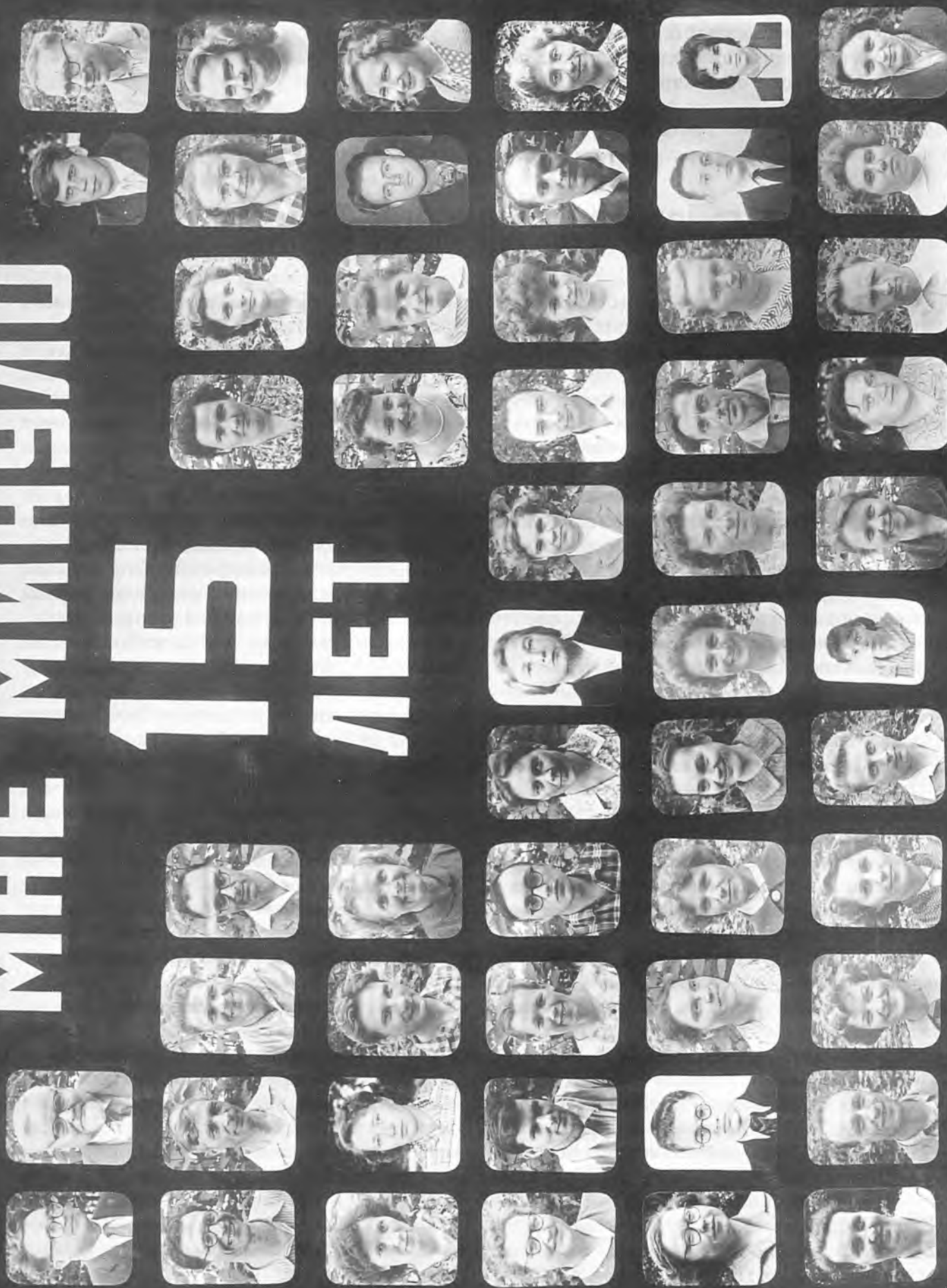
В конце 1954 - начале 1955 г. на нас посыпались новые задания, связанные с тем, что коллектив ВНИИЭФ - А.Д. Сахаров, Я.Б. Зельдович и другие пришли к новой идее - к современному варианту водородной бомбы. Нужно было основательно модернизировать математические методы и просчитывать много вариантов. В результате этой работы в ноябре 1955 г. был вначале испытан вариант «слойки», а затем было взорвано современное изделие. На испытание были приглашены сотрудники нашего института. Вначале туда приехали А.Н. Тихонов, А.А. Самарский, К.А. Семендяев и И.М. Гельфанд. Затем А.Д. Сахаров попросил прислать О.В. Локуциевского (из отдела № 2) и В.Я. Гольдина (из отдела № 3). Они летели на грузовом самолете, на ящиках, и вместе с ними везли отчет отдела №3 по расчету мощности взрыва.

Результаты расчетов большого коллектива ОПМ, в которых участвовали отделы №1, 2, 3, программирования и отдел А.А. Мямлина, отличались от результатов эксперимента всего на 10%. (К слову, расчеты американцев в 1954 г. для первой крупной водородной бомбы отличались от экспериментов в 2 раза.) Уверенность физиков, что наши расчеты соответствуют реальности, была велика настолько, что физики пошли на конструктивное уменьшение мощности заряда. Так, тесное взаимодействие физиков - экспериментаторов, теоретиков, и математиков, занимавшихся моделированием и счетом на ЭВМ, оказалось очень плодотворным.

Усложнялись задачи, разрабатывались все более точные численные методы. Для их обоснования А.А. Самарский создал фундаментальную теорию разностных схем, позволившую строго доказывать сходимость даже тогда, когда все другие теории отказывают - при переменных и разрывных коэффициентах уравнений или несамосопряженных операторах.

Жизнь ставила перед нами новые прикладные проблемы. В связи с увеличением требуемой точности в отделе №3 были развиты методы расчета свойств вещества: коэффициентов поглощения света и уравнений состояния вещества. Мы успешно вели вычислительные эксперименты в областях лазерного термоядерного синтеза, магнитного удержания плазмы, генерации сверхсильных магнитных полей, сильноточных излучающих разрядов и сверхмощных газоразрядных лазеров, ламинарного течения вязкой жидкости и его перехода в турбулентное, выращивание кри-

МНЕ МИНУЛО 15 ЛЕТ



сталлов из расплавов, аэродинамики, микроэлектроники, физики плотной плазмы, химических реакторов и катализа и многих других.

Решение прикладных задач требовало развития компьютерно ориентированных численных методов. Сотрудниками отдела предложено много эффективных алгоритмов для широких классов задач и дано их теоретическое обоснова-

ние. Большинство этих теоретических и прикладных работ были пионерскими, они открывали новые направления в науке и впоследствии широко использовались и развивались в различных институтах и странах.

*Из воспоминаний
Владимира Яковлевича Гольдина*

ГРУППА А.А. ЛЯПУНОВА В МИАН

В Стекловский институт я была распределена по окончании Педагогического института им. В.И. Ленина и зачислена на должность старшего лаборанта в отдел, который, если я не ошибаюсь, был образован в 1951 г. Я пришла в начале августа 1952 г. Отдел, куда меня определили, возглавлял М.В. Келдыш, но непосредственно руководил нами А.А. Ляпунов. В нашей группе были: Рита Филиппова, Люба Рыбакова, Тамара Ершова и Галя Панкова, моя сокурсница, которая была направлена на работу одновременно со мной.

Все мы, молодые сотрудницы, сидели в одной комнате, а рядом, в другой комнате, находились С.В. Яблонский, Ю.И. Янов и В.И. Мамаев. Таков был состав группы, когда я поступила на работу.

А.А. Ляпунов рассказывал нам об электронных вычислительных машинах, о программировании. Мы писали программки на задаваемые нам задачки, - учились программировать. Уже в начале октября нам стало известно о намечавшейся командировке туда, где находилась настоящая электронная машина, чтобы просчитать на ней настоящую производственную задачу. Задача эта исходила из сектора А.А. Дородницына. Решение ее, говорили нам, было правительственным заданием. Машина МЭСМ, на которой мы должны были работать, находилась под Киевом. Я не помню точно, когда мы выехали в Киев, в конце октября или уже в ноябре. Одновременно ехали: А.А. Ляпунов, Ю.И. Янов, Рита, Люба, Тамара, я и начальник I отдела Елена Петровна Иванова. Из сектора Дородницына был Ю.Д. Шмыглевский. На Киевский вокзал приехал провожать Мстислав Всеволодович Келдыш.

В Киеве нас пересадили в небольшой автобус и доставили в местечко Феофанию. Здание, где находилась машина, стояло несколько в стороне от деревни. Некое пространство вокруг было ограждено колючей проволокой. Кругом был красивый дубовый лес, пересеченный оврагами. Нас разместили в том же здании, где стояла ма-

шина, в двух смежных комнатах. Юрий Иванович Янов должен был написать программу; я была приставлена к нему и учиться, и помогать, и освоить эту программу, изучить ее досконально, что требовалось при отладке и запуске ее в рабочий режим. Это была первая производственная программа, написанная для счета на Малой Электронной Счетной машине - МЭСМ.

Девочки подготавливали перфоленты. Шмыглевский анализировал выдачи. В мое пребывание в Феофании приезжал к нам академик С.А. Лебедев. Он контролировал работу машины, это ведь была еще экспериментальная машина его конструкции. С нами был Эвир Малиновский, который участвовал в обслуживании машины. Был М.М. Васильев. Состав коллектива менялся: кто-то уезжал, кто-то приезжал. Помню, была и Оля Кацкова из сектора Дородницына. Без меня уже там работал П.И. Чушкин (сектор Дородницына). Приезжал и сам Анатолий Алексеевич.

Кажется, я вернулась в Москву в январе 1953 г. (меня сменила Галя Панкова). Вскоре вернулся и Юрий Иванович Янов. А производственный счет длился там чуть ли ни до середины лета. Работа была очень напряженной. Машина работала и день, и ночь. Каждый выходил на очередное дежурство в назначенное время. За участие в решении этой задачи Ю.И. Янов и я получили премии. Наверное, другие - тоже.

В Москве мы работали уже на БЭСМ в Институте точной механики, а к лету было организовано Отделение прикладной математики, которое возглавил М.В. Келдыш. Алексей Андреевич Ляпунов стал заведовать отделом программирования. В дальнейшем из нашего отдела были образованы: отдел программирования (1954 г., во главе с М.Р. Шура-Бура) и отдел кибернетики (1959 г., во главе с С.В. Яблонским). А.А. Ляпунов в первых числах января 1962 г. переехал в Новосибирск.

*Эмилия Константиновна Янова
(Тихомирова)*

СЕРГЕЙ ГОДУНОВ И ДРУГИЕ.

ГОДЫ НАШЕЙ МОЛОДОСТИ

Я должен вспомнить о людях, среди которых прошли наши молодые годы, о нашей общей работе, о становлении Института прикладной математики, о формировании совершенно новой науки - Вычислительной математики эпохи ЭВМ, о задачах, которые тогда нас волновали, о том, что удалось сделать и что не получилось. Сергей Годунов существенно влиял на все эти процессы, был их активным участником. Многие из нас испытали на себе его влияние, хотя следует сказать, что всех нас, в том числе и Годунова, формировала в первую очередь совместная работа над теми грандиозными проблемами, для решения которых был создан Институт прикладной математики. Многие проблемы и задачи, о которых я буду вспоминать, покажутся вам мелкими и почти тривиальными. Наверное, это так и есть, но ... «Когда б вы знали, из какого сора...»

После окончания Ростовского-на-Дону университета в 1953 г. я был распределен в аспирантуру Института точной механики и вычислительной техники, но в Президиуме Академии наук мне сообщили, что мои документы забрал М.В. Келдыш, и я теперь работаю в Отделении прикладной математики Математического института им. В.А. Стеклова. Я стал говорить, что я буду и работать, и в аспирантуре. В канцелярии удивлялись: «Как это так?», пока кто-то не догадался: «Наверное, это как Годунов». На этом и порешили, и когда мне, наконец, сообщили адрес на Миусской площади, и я отправился к месту работы, я знал только имя директора и то, что в этом институте работает чем-то знаменитый Годунов. Ожидая пропуска в проходной, я внимательно рассматривал всех входящих и выходящих, пытаюсь угадать, кто же из них и есть «сам Годунов». В глаза мне бросился крупный молодой человек, оживленный, энергичный и деловитый. Он уверенно прошел мимо охранника, небрежно показав пропуск, на ходу отдавая какие-то указания. Это Годунов, решил я, кто же ещё, если не Годунов? Келдыш постарше должен быть. Проникнув за периметр (это термин охранной службы, а не геометрии), я через некоторое время стал лаборантом отдела И.М. Гельфанда и аспирантом М.В. Келдыша. Последний, вероятно, очень удивился, но разбираться не стал, - было не до того. Привлекший моё внимание в проходной молодой человек оказался Анатолием Николаевичем Мямлиным, о котором нужно вспомнить, хотя он и не имел отношения к мате-

м а т и к е .

Возглавляемый им коллектив талантливых инженеров обеспечивал такую работу наших ЭВМ, на которую они явно не были рассчитаны. (Это стало особенно ясным, когда



Р.П. ФЕДОРЕНКО

при особых обстоятельствах в наше распоряжение передавались ЭВМ других организаций.) Без такой работы ЭВМ мы сделали бы намного меньше того, что нам, в конце концов, удалось сделать.

С настоящим Годуновым, младшим научным сотрудником отдела И.М. Гельфанда (старших тогда даже, кажется, и не было, почти все были младшими), я стал встречаться почти ежедневно. Что касается его внешности, то все эти годы я часто встречался с ним, и для меня он всегда был таким, каким я его видел в последний раз. Значит, он и тогда был таким, какой он сейчас. И это верно в том смысле, что он и тогда, и при всех наших встречах был страстно увлечен работой над очередной проблемой, и в этой работе, прежде всего, ценил возможность придать задаче неожиданный, парадоксальный характер.

В то время мы были увлечены первыми победоносными шагами разностных схем, с увлечением изобретали новые схемы, изучали индивидуальные черты их характера, придумывали названия для схем и их свойств. Большая часть этих схем носит сейчас имена американских ученых. Спорить о приоритете бессмысленно: это примитивные изобретения, которые легче самому повторить, чем где-то прочитать. Но кое-что из этой работы осталось в науке. Это, прежде всего, знаменитая «схема Годунова», различные вариации которой вот уже 40 лет составляют основу большей части работ по вычислительной газовой динамике во всем мире. Историю этой схемы рассказал сам Годунов. Такую схему так просто



С.К. ГОДУНОВ

не придумает, она построена на очень нетривиальном теоретическом фундаменте - на решении задачи о распаде произвольного разрыва. Эту схему на Западе не изобрели сами, о ней прочитали у Годунова. Поэтому она и носит его имя.

На первых порах мы увлекались приписыванием схемам «физического смысла», формулировали соответствующие «принципы». Например, схемы должны были быть «гибкими», то есть счет с очень малым шагом по времени не должен был искажать начальных данных. Схема «тренога» для простейшего уравнения переноса (ныне схема Лакса) не была гибкой и отвергалась. Был принцип Федорова: число Федорова не должно было превышать 0.5 (это означало, что ударная волна не должна была проходить более половины шага по пространству за шаг по времени), и т.п. В это время в Институте появился новый сотрудник - В.С. Рябенский, чисто университетский специалист по разностным схемам, ничего не смыслящий в настоящих практически работающих схемах. Как мы тогда считали, Келдыш пригласил его потому, что он был нужен Годунову для того, чтобы поставить на теоретический фундамент весь наш практический опыт и написать «правильную» книгу по разностным схемам. Но Рябенский оказался твердым орешком. У него была одна особенность: он твердо верил в свои теоремы и очень любил построенные им теории (эту особенность он сохранил и до настоящего времени). А в его (с А.Ф. Филипповым) теории разностных схем были только аппроксимация и устойчивость, и никаких дополнительных принципов. Поэтому его отношения с Годуновым развивались по синусоиде. Они периодически то полностью прекращали сотрудничество, то делали совместные работы и писали книги. Что из этого получилось, все прекрасно знают, - уже не одно поколение специалистов по вычислительной математике знакомится с разностными схемами по их книге «Введение в теорию разностных схем».

Постепенно мы стали понимать, что вышеупомянутые принципы - не что иное, как стремление уменьшить ошибку аппроксимации на искомом решении с учетом априорной информации о его гладкости. При этом ошибку аппроксима-

ции надо понимать буквально «по Рябенскому», как невязку в разностных уравнениях при подстановке в них искомого решения. Конечно, искомого решения не подставишь, но можно подставить функцию, чем-то похожую на него. Кроме того, можно использовать не априорную, а апостериорную информацию о гладкости решения. Сейчас все знают, что на контактной границе «наилучшей» аппроксимацией разрывного коэффициента теплопроводности является среднее гармоническое, и известно много «физических» выводов этой формулы. У нас она была получена К.В. Брушлинским простой формальной разностной аппроксимацией с учетом непрерывности температуры и потока. Но на тепловой волне температура имеет другие свойства гладкости, среднее гармоническое совершенно непригодно, и нужна другая «наилучшая» формула. При расчете же тепловой волны, проходящей через контактные границы - третья формула. Хотя сам Годунов свою знаменитую схему строил очень «физично», этому формальному подходу меня учил именно он, объясняя, как строить аппроксимации в центре сферической системы координат и что такое «собачий квадрат» (эта аппроксимация квадрата радиуса естественно возникает, когда минимизируется ошибка аппроксимации на простейших полиномах, удовлетворяющих краевым условиям). Я в полной мере оценил плодотворность этого простого метода, когда стал ответственным за массовые расчеты по схеме И-33 (созданная И.М. Гельфандом, В.Ф. Дьяченко и О.В. Локуциевским в самом начале 50-х годов программа решения задач одномерной сферически-симметричной газовой динамики с теплопроводностью), и нужно было обеспечить её «безаварность» (робастность по нынешней терминологии). Особенно опасными были моменты прохождения ударных и тепловых волн через контактные границы, по разные стороны которых использовались существенно разные шаги (границы между металлом и вакуумом). Между моментами прохождения волн через такие границы расчёт шёл «автоматически», а вот «протаскивать» волну через границу приходилось почти вручную. Большим мастером этого дела была Л.Н. Иванова. «Проблема» автоматического безаварного прохождения волн через такие границы решилась очень просто - давление, которое на контактной границе вычислялось как полусумма, интерполировать надо было правильно, вот и всё. Это совершенно тривиально, но и сейчас в некоторых руководствах по вычислительной газовой динамике рекомендуется интерполировать полусуммой с предупреждением, что пространственная сетка должна быть «квазиравномерной».

Судьба выбрала Годунова на роль лидера по многим вопросам. В частности, он первым из нас понял необходимость работать отдельно от И.М. Гельфанда, иначе не станешь самостоятельным ученым. И дело совсем не в примитивном, но достаточно распространённом вписывании начальника в авторы любой работы его подчиненных. Этого как раз не было, у большинства из нас нет совместных с Гельфандом работ, у некоторых - одна-две. Просто вы будете на всё смотреть глазами Гельфанда, и всё, что вам удастся сделать, будет казаться не стоящим внимания по сравнению с работами «шефа». Годунов первым вырвался из-под его могучего влияния, перейдя из нашего второго отдела в отдел №1 К.А. Семендяева. Через несколько лет за ним последовали остальные. Точнее, Гельфанд, кажется, сам понял, что пора отпустить учеников в самостоятельное плавание и организовал себе новый отдел №6, оставив нас в старом, втором. Годунов первым защитил кандидатскую диссертацию по формально не существовавшей тогда специальности 01.01.07 - Вычислительная математика, - и показал, какой должна быть диссертация по этой специальности. Конечно, здесь надо отметить и роль М.В. Келдыша, который понимал необходимость новой специальности и ее специфику и смог убедить Ученый совет Математического института им. В.А. Стеклова, что работа с одной очень несложной теоремой есть диссертация по математике. Кстати, эта теорема о том, что для тривиального уравнения переноса среди схем выше первого порядка аппроксимации нет монотонных, не забыта до сих пор, а монотонность схемы (это понятие было введено в диссертации Годунова) стала общепринятым требованием к её качеству. И построение монотонных схем в наши дни стало научным направлением с обширной литературой и весьма солидными участниками (П. Лакс, Ф. Джеймисон и многие другие). Влияние Годунова на его товарищей носило двойственный характер: с одной стороны, возникало желание продолжать и обобщать его работы, но с другой стороны, - и желание действовать, так сказать, «перпендикулярно»: ведь всё равно лучше Годунова не сделаешь. К примеру, В.Ф. Дьяченко (тоже сотрудник Гельфанда), начав с попыток обобщения схемы Годунова на двумерные задачи газовой динамики, пришёл сначала к расчету в смешанной эйлерово-лагранжевой системе координат, а затем и к отказу от структурированной сетки и к аппроксимации уравнений на «произвольном» подвижном множестве точек, 1965 г. (Сейчас этот подход известен как Free Lagrange Method; наиболее ранняя мне знакомая американская работа такого сорта - это работа Фриттса и Бориса 1979 г.)

Желание поспорить с Годуновым привело меня к конструкции схемы, содержащей анализ локальных свойств гладкости приближенного решения и переключатель со схемы первого порядка на схему второго или третьего. В моей работе 1962 г. такая гибридная по нынешней терминологии схема была успешно апробирована решением задачи о распаде разрыва в начальных данных. Эта задача стала почти обязательным тестом для многочисленных схем такого рода и получила соответствующее зарубежное имя, поскольку даже соотечественники, работающие в этом направлении, предпочитают начинать историю проблемы с работы Бориса и Бука 1973 г. Другой неявной мишенью этой работы была начавшаяся в это время канонизация требования дивергентности схемы, как обязательного для расчета разрывных решений свойства. Предложенная мной схема была недивергентной, но задачу о распаде разрыва считала хорошо. Мы в то время тоже понимали важность дивергентности, но несколько иначе. Прежде всего, решение дифференциальных уравнений должно быть гладким, гладкость решения - это основная предпосылка применимости замены производных разностями. Следовательно, надо вводить искусственную вязкость. Далее, вязкость в дифференциальные уравнения надо вводить так, чтобы их можно было привести к дивергентной форме, и именно к той, которая связана с основными физическими законами сохранения. Поэтому надо быть осторожным при использовании неявной счетной вязкости. А после этого нужно просто аккуратно аппроксимировать уравнения с вязкостью, адаптируя схему к фактической гладкости решения, разной в разных точках. Схема Годунова вязкости в явном виде не содержит, но есть очень любопытная работа (кажется, Куропатенко), в которой установлена неожиданная связь формул распада разрыва с искусственной вязкостью фон-Неймана.

Другим ярким событием того периода была разработка и исследование метода прогонки (И.М. Гельфанд, О.В. Локуцкий, 1952 г.). Стоит отметить, что это «изобретение» простейшей формы метода Гаусса (что отлично понимали сами изобретатели) было вызвано необходимостью решать задачи, которые с точки зрения математика эпохи «до ЭВМ» и задачами-то стыдно было назвать. С работ такого типа началась продолжающаяся и до наших дней ревизия вычислительного аппарата линейной алгебры, в которой самыми существенными факторами являются высокая размерность, асимптотика числа операций и устойчивость относительно разного рода погрешностей. Существенное обобщение метода прогонки на общие краевые задачи для



О.В. ЛОКУЦИЕВСКИЙ

систем ОДУ было сделано почти одновременно А.А. Абрамовым (ВЦ РАН) и С.К. Годуновым. Метод Абрамова имеет законченную и чёткую классическую математическую форму и именно этим привлекает, но обеспечивающий его устойчивость механизм явно не просматривается (по крайней мере, я его не вижу). Метод Годунова носит, так сказать, рецептурно вычислительный характер. Он непосредственно связан с теми обсуждениями метода прогонки, причин непригодности простейших формальных методов решения краевых задач, анализом ситуаций, в которых без прогонки не обойтись, механизма его устойчивости и т.п., которые велись в отделе Гельфанда. Другим результатом этих дискуссий стало выделение С.К. Годуновым и В.С. Рябеньким класса «вычислительно корректных» краевых задач (сегодня мы бы назвали их «жесткими») и формулировка очень простого и конструктивного необходимого (и почти достаточного) признака вычислительной корректности (строгое достаточное условие они тоже нашли, но оно не столь элементарно). В этих же обсуждениях появилось (сформулированное, кажется, Э.Э. Шнолем) представление о том, что в таких системах важными объектами являются интегральные многообразия, выделенные краевыми условиями на одном конце траектории. Образованные неустойчивыми траекториями задач Коши, именно они и являются устойчивыми, а их пересечение и даёт решение исходной краевой задачи. Надо только найти правильное, устойчивое представление этих многообразий. Это и сделано в алгоритме Годунова.

Ободренные первыми успехами в численном решении сложных одномерных задач газовой динамики с многочисленными ударными волнами, контактными разрывами и т.п. мы решили, что пора заняться общими квазилинейными уравнениями и навести там порядок. Подход к проблеме казался почти очевидным: дивергентная форма уравнений, введение вязкости и переход к пределу при стремлении вязкости к нулю.

Отражением этого оптимизма были знаменитые лекции И.М. Гельфанда о квазилинейных уравнениях, прочитанные на мехмате МГУ. Он был подкреплён удивительно изящным и эффективным решением задачи о распаде произвольного разрыва в начальных данных для одного квазилинейного уравнения типа уравнения Хопфа с невыпуклой функцией (Гельфанд, Бабенко). Именно Годунов вылил первый ушат холодной воды на наши разгоряченные головы: он обратил внимание на то, что дивергентная форма уравнений не единственна, каждой форме соответствует свой специфический тип «ударной волны», свои соотношения Гюгонио, и если уравнение рассматривается само по себе, как самостоятельный объект, не связанный с «физикой», нет внутренних чисто математических средств для отбора «правильной» дивергентной формы. Не оправдались надежды и на то, что правильную ударную волну отберёт малая вязкость. Вычислительные эксперименты Н.Д. Введенской и А.Ф. Дьяченко показали, что в системы квазилинейных уравнений вязкость вводится тоже неоднозначно, и разные вязкости отбирают разные разрывы. После этого Годунов решил разобраться в канонической дивергентной форме основных уравнений физики, которых, в сущности, не так уж много: гидродинамика, электродинамика, упругость, ну, может быть, ещё что-нибудь. С этого начался длительный цикл исследований, но о нём лучше расскажут новосибирские ученики Годунова, участвовавшие в этой работе. Но я хотел бы отметить, что начало этой работы носит типичный для Годунова характер: «физики говорят о законах сохранения энергии, импульса и т.п., и ни о каких других дивергентных формах уравнений и слушать не хотят. Может быть, это и правильно, но нужно проверить».

С середины 50-х годов мы стали всерьёз примериваться к двумерным задачам, в частности, к задачам обтекания. Нашей идеологической платформой было понимание того, что метод конечных разностей успешно справляется с задачами, решения которых достаточно гладкие функции. К сожалению, решения наиболее интересных прикладных задач не являются гладкими. Но к счастью, они являются кусочно-гладкими. Но к несчастью, форма, а часто и «топология» кусков гладкости заранее не известны.

Кажется, С.К. Годунов первым понял, что проблема расчета течений около тел сложной формы, это в первую очередь проблема построения сеток, а уж потом - проблема разностной аппроксимации. И что сетки должны строиться не вручную, а автоматически. Сам он со своим учеником Г.П. Прокоповым занялся построением се-

ток, топологически эквивалентных прямоугольным и достаточно хорошим с геометрической точки зрения, в «простых» областях вычурной формы. А другого своего ученика, А.В. Забродина заставил строить алгоритмы раскрытия исходной области течения на такие простые четырехугольники и организацией интегрирования уравнений газовой динамики в такой составной области. Чем больше тот продвигался в указанном Годуновым направлении, тем дальше отодвигалось её окончание. Как ни странно, эта, и до сих пор, видимо, не законченная, работа уже на промежуточных этапах стала давать очень полезные результаты. И если сейчас А.В. Забродин считается одним из наиболее авторитетных специалистов по вычислительной гидродинамике, а выполненные его сотрудниками расчеты сверхзвуковых течений относятся к числу наиболее достоверных, то это и потому, что он не сомневался в правильности указанного учителем пути и не опускал рук. Результаты этой работы описаны в монографии с длинным названием и длинным списком авторов. Специалистам она известна просто, как «Желтая Книга». Кстати, не случайно она была быстро переведена на Западе, где пользуется большой популярностью, что бывает не часто. А разработка алгоритмов автоматической генерации сеток с хорошими метрическими свойствами и адаптированных к границе «произвольной» формы стало одной из сильно развитых самостоятельных ветвей вычислительной математики.

Я уже упоминал, что В.Ф. Дьяченко, занимавшийся расчетами сложных течений с высокой энергетикой и сильными деформациями контактных границ, пошел другим путем, естественно заведшим вычислительную гидродинамику в почти непроходимые дебри неструктурированных сеток. В то время и я еще продолжал занятия вычислительной гидродинамикой, и, конечно, тоже пошел другим путем. Имея в виду задачи обтекания тел однородным газом, я попытался использовать самые простые прямоугольные сетки, дополненные сравнительно сложными аппроксимациями уравнений около границы - линии, проходящей произвольно относительно сетки. Эта работа (а она выполнялась ещё в эпоху программирования в машинных кодах, что существенно сужало возможности экспериментирования) не была завершена, я перестал заниматься гидродинамикой и лет десять спустя, разбирая такие полу сделанные работы, в числе других опубликовал и эту (кстати, в Новосибирске). Прошло ещё лет десять, и в ИПМ этот подход стали использовать другие сотрудники в трехмерных задачах. Такие простейшие сетки привлекают простотой разностных аппроксимаций: расчет одного шага

по времени в трехмерных задачах газовой динамики требует порядка ста операций на узел сетки. В схеме Годунова-Забродина (по оценкам последнего) раз в сто больше. Однако такую сетку трудно адаптировать к кусочной гладкости искомого решения. Видимо, любой подход может найти свою научную и прикладную нишу.

Одним из наиболее употребительных методов исследования разностных схем в то время был предложенный фон-Нейманом спектральный метод анализа устойчивости. Сейчас часто можно встретить пренебрежительные отзывы об этом методе: он и относится к сильно упрощенной модели вычислительного процесса, да и в ней ограничивается устойчивостью лишь по начальным данным. Давно уже построены математически безупречные общие теории устойчивости разностных схем, а тем не менее метод фон-Неймана остаётся и в наши дни реальным инструментом в практической работе со схемами. Причина понятна - его применение не превращается в многолетнее исследование, результаты оказываются полезными, а контрпримеры к методу носят достаточно искусственный характер и сами собой в практической работе не возникают. Тем не менее, однажды такое случилось. В одном из отделов Института (кажется, в пятом) расчеты по устойчивой по фон-Нейману схеме оказались явно неустойчивыми. Обратились за консультацией к И.М. Гельфанду и К.И. Бабенко, они разобрались и поняли, что неустойчивость связана с неудачной аппроксимацией краевых условий. Анализируя ситуацию, они сформулировали рецепт исследования устойчивости разностных краевых условий в стиле фон-Неймана, использующий такой же простой математический аппарат. Годунов и Рябенкий взяли за исследование этого рецепта. Результатом стала очень сложная и нестандартная теория спектра семейств операторов, порождаемых исследуемой разностной схемой. Но начиналось всё с анализа некоторого парадокса. При анализе простейшей схемы для тривиального одномерного уравнения переноса при числе Куранта, большем единицы, рецепт Гельфанда-Бабенко предсказывает неустойчивость, и это полностью подтверждается результатами вычислительного эксперимента. Но для этой модельной задачи можно точно вычислить спектр оператора перехода с нижнего слоя на верхний, и он оказывается лежащим внутри единичного круга. Причина видимого противоречия была быстро понята. Видимо, с тех пор у Годунова возник интерес к матрицам с экстремальными свойствами и к ситуациям, в которых традиционная идеология исследования спектра и его трактовки в вопросах устойчивости требует существенных

дополнений. После переезда Годунова в Новосибирск соответствующие исследования по линейной алгебре стали одной из главных тем его научной работы. Её результаты отражены в хорошо известных книгах по разным вопросам линейной

алгебры, в которых в первую очередь бросается в глаза нетрадиционный, специфически годуновский подход к проблеме.

Радий Петрович Федоренко

ФРАГМЕНТЫ ИЗ ИСТОРИИ ОТДЕЛА № 5



Р.К.КАЗАКОВА

М.В. Келдышу удалось привлечь к работе в институте выдающихся ученых разных областей науки.

Главным инструментом для решения прикладных задач и расчетов в новом институте он считал серьезное использование нарождавшейся вычислительной техники (Электронных

Вычислительных Машин - ЭВМ, как их тогда называли).

Родоначальником нашего отдела № 5 был отдел механики МИАН им. В.А. Стеклова АН СССР, которым заведовал М.В. Келдыш. Главной темой отдела с 1946 г. стали ракетодинамика и небесная механика. Вначале в МИАНе проводились теоретические исследования, в частности, баллистических возможностей составных ракет.

Вместе с нами в новый институт вошла специальная группа МИАНа под руководством доктора физико-математических наук К.А. Семендяева, соавтора знаменитого математического справочника. Несколько слов об этой группе (будущем отделе № 1 ОПМ). Это был в некотором роде феноменальный коллектив с жесткой дисциплиной и с нормой выработки (это в математическом-то институте, где каждый сам себе голова). Коллектив состоял из молодых сотрудников, в основном женщин, с хорошей математической подготовкой. Им приходилось рассчитывать параметры ядерных изделий методом характеристик на большом промежутке времени. Для каждого устанавливалась норма, порядка 1000 точек в смену. Расчет проводился на ручных клавишных электромеханических вычислительных машинах «Мерседес». Тогда все писали ручками с чернилами. Расчетчики с огромной скоростью левой рукой набирали числа и операцию на «Мерседесе» (потом даже болело сердце!), а правой, обмакнув ручку в чернила, вписывали в большие листы результаты, вычисленные грохочущими машинками. Темп был таков, что стенка перед расчетчицами вся была забрызгана черни-

лами. Вычислители были виртуозами в обращении с «Мерседесом», - могли на нем «сыграть» Турецкий марш или что-нибудь по заказу. Теперь мало кто остался в живых из этого исторического коллектива, да и мало, кто об этом знает.

Еще в МИАНе началось обучение работе на ЭВМ. Тогда все было впервые: двоичная, восьмеричная, шестнадцатеричная системы, команды, программы. Те, кто уже работал на первых ЭВМ, были мастерами перевода чисел из одной системы в другую, на них смотрели с уважением. В МИАНе было нечто вроде кружков, где постигались азы программирования. Иногда их посещал Мстислав Всеволодович Келдыш и с интересом изображал числа в 2-й, 8-й, 16-й системах. Запомнились «уроки», которые вела научный сотрудник группы К.А. Семендяева Любовь Борисовна Мельцер (Морозова).

М.В. Келдыш много усилий прилагал к тому, чтобы сотрудники всех отделов нашего института осваивали первые образцы появляющихся в стране ЭВМ.

Первой ЭВМ, на которой мы начинали считать задачи, была Большая Электронная Счетная Машина (БЭСМ). Она была создана в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) АН СССР в 1953 г. коллективом молодых инженеров под руководством академика С.А. Лебедева: Володя Мельников (будущий академик В.А. Мельников), Сева Бурцев (будущий академик В.С. Бурцев), Гера Артамонов (будущий директор одного из институтов ВПК), Марк Тяпкин - маг и волшебник магнитных устройств, Андрей Соколов - на все руки мастер, незаменимый при ликвидации сбоев машины, при создании новых элементов Валерий Лаут и другие. Директором ИТМиВТ тогда был академик М.А. Лаврентьев. По договоренности с ним М.В. Келдыш подключил свой коллектив к использованию БЭСМ, сначала для расчетов по атомной и ракетной проблемам, а с весны 1956 г. и для расчетов по ИСЗ (объект «Д»).

БЭСМ занимала половину 1-го этажа ИТМиВТ. Это была ламповая трехадресная машина со скоростью около 1000 оп/сек, оперативной памятью 1024 числа (39-разрядных). Для ввода чисел существовала постоянная память -

диодное запоминающее устройство емкостью 376 чисел. Это была панель с рядами -линейками, на которых с помощью штекеров надо было набирать числа в двоичной системе.

Постепенно двоичная система счисления и принятая на БЭСМ шестнадцатеричная система стали для нас более родными, чем десятичная. Отладка программ шла с пульта в одноканальном режиме. Мы, как хирурги, влезали в самое нутро машины и отлавливали ошибки в процессе выполнения операций. Для ввода массива данных использовались перфокарты, но не простые, а с грифом «секретно», поскольку данные были тоже секретные. Все, кто программировали задачи на БЭСМ, связанные с ядерной или космической тематикой, имели большой портфель, где хранились перфокарты, расчеты и программы. Все это большое хозяйство нужно было регистрировать в журналах и перед работой брать, а после работы сдавать в режимный отдел. Но эта процедура была для нас привычной, также как естественной была ночная работа, иногда по несколько суток подряд. Расчеты были нужны крупным ученым для больших дел, и это вдохновляло.

Для нас же БЭСМ была живой: при нас она рождалась, совершенствовалась и развивалась, При нас же и умерла: БЭСМ просто разобрали и выбросили. У Политехнического музея не нашлось места даже для пульта первой советской Большой Электронной Вычислительной Машины. Сохранились лишь блоки-ячейки у некоторых первых вычислителей.

После машины БЭСМ в ИТМиВТ мы работали в нашем институте на первой ЭВМ «Стрела», потом на первых М-20, БЭСМ-4, БЭСМ-6, АС-6, «Минск-32» и других вычислительных машинах. Помнится, что на «Стреле» расчет траекторий полета космического аппарата (КА) заканчивался машинной музыкой с мелодией «На пыльных тропинках...». Впервые машинная музыка (с многоголосием) зазвучала еще на первой БЭСМ. Позже на «Стреле» по идее В.А. Сильвинского был реализован первый дисплей - на электронно-лучевую трубку выводилось изображение вычисленной траектории полета КА.

Наш институт был одним из Вычислительных центров, участвовавших в процессе управления полетами космических аппаратов.. Задачей каждого ВЦ было проведение всех расчетов полета КА. По их окончании представители разных ВЦ сравнивали результаты, и в случае их совпадения (с допустимой точностью) данные передавались Главному центру, засылались на борт КА и передавались в службу ТАСС.

Работы велись совместно с ОКБ-1, ЦНИИ-

МАШ., НИИ-4, КБ им. Лавочкина, НИИАП; Академическими институтами: ГЕОХИ, ИРЭ, ИКИ; с астрономическими институтами: ИТА, ГАИШ; с наблюдательными пунктами, полигоном. С ОКБ-1 (отдел С.С. Лаврова) была самая тесная связь и большая дружба. Вплоть до момента запуска КА мы уточняли данные секундного расхода топлива, веса различных ступеней (подчас только на полигоне из полетного задания мы узнавали уточненные веса и другие данные). Методики расчета в разных организациях различались. Тем труднее, но и полезнее было отождествление результатов (в расчетах использовались разные системы координат, разные методы интегрирования, матрицы пересчета и пр.). Свести воедино нужно было расчеты активного и пассивного участков траектории, операций управления, ориентации и др.

Машинный зал «Стрелы» был снабжен связью, громко говорящей в том числе, со всеми ВЦ и наблюдательно-измерительными пунктами (НИП). Каждый сотрудник, участвовавший в оперативных работах, имел свои позывные (обращение по фамилиям и именам категорически запрещалось). Зашифрованы были также и данные, которыми обменивались с ВЦ, сравнивая результаты. Существовала традиция: в конце оперативной работы по громкой связи обращался руководитель Межведомственной Главной Баллистической группы (МГБГ), генерал Геннадий Павлович Мельников с сообщением об окончании работы, с благодарностью всем участникам, и только после этого мы могли законно покинуть машинный зал

Мы не были обойдены заботой нашего директора. К нам была прикреплена машина и, если на некоторое время образовывался пробел в работе, нас развозили по домам, чтобы передохнуть. Потом в заранее согласованное время сотрудников одного за другим автобус подбирал на улицах города, чтобы увезти снова на работу. Опозданий, как правило, не было, т.к. мы друг друга оповещали. В институте некоторые имели раскладушки и свое постельное белье. Хуже было с едой ночью, но приспособились, - садились в машину и ехали в проезд Художественного театра, где в то время работала ночная столовая для таксистов (вкусно и весело!). Молодость не знала усталости, и в перерывах нам еще хватало сил на игру в пинг-понг в хорошем стиле. В соревнованиях участвовали все сотрудники во главе с заведующими отделами.

Жизнь протекала в режиме непрерывного изменения программ, методик расчета из-за того, что не было двух одинаковых объектов. Выезжали на пункт дальней космической связи (как пра-



Т.М. ЭНЕЕВ

вило, в Евпаторию) для новой отладки своих отлаженных программ уже на ЭВМ пункта (тут возникали свои трудности). После пуска сразу же получали новые данные для следующего КА и в поезде Евпатория-Москва писали задание на программирование. В короткое время создавали программы в Москве и - снова в Евпаторию. Правда, в дальнейшем управление КА производилось уже не на пункте, все операции осуществлялись из Москвы. Нам говорили, что мы работаем на износ, но мы тогда этого не понимали. Как-то ночью приходит Мстислав Всеволодович вместе с Дмитрием Евгеньевичем Охоцимским в машинный зал ЭВМ «Стрела», смотрит на нас и говорит «Дмитрий Евгеньевич, не загнали ли Вы своих сотрудников?»... А сами сотрудники времени и усталости не замечали.

В 1958 г. группой отдела № 5 ОПМ (Д.Е. Охоцимский, В.А. Егоров, М.Л. Лидов, Г.П. Таратынова, А.К. Платонов, З.П. Власова и др.) под научным руководством М.В. Келдыша были подготовлены материалы, доказывающие возможность достижения Луны. В январе 1959 г. была поставлена задача - запустить космический аппарат с целью фотографирования обратной стороны Луны. Для эскизного проекта автоматической станции (АМС) с фотографированием обратной стороны Луны и передачей информации на Землю была проделана гигантская работа по выбору трассы полета к Луне, фотографирования и облета Луны. Надо было обеспечить видимость АМС с территории СССР на прямом и обратном

пути к Луне и учесть при этом множество ограничений, вытекавших из условий фотографирования и радиосвязи при передаче фото обратной стороны Луны на Землю. В результате такая траектория была выбрана. Ее формирование существенно опиралось на использование гравитационного влияния Луны (при относительно близком ее облете). Так у нас впервые был использован так называемый пертурбационный эффект для определения требуемой траектории. Возвращение к Земле с севера создавало наиболее благоприятные условия для передачи изображений обратной стороны Луны по радиолинии (реализовано на станции «Луна-3», старт 5 октября 1959 г.).

Конечно, не выкинешь из жизни момент, когда мы наблюдали из ЦНИИМАШа высадку на Луну американских астронавтов Н. Армстронга и Э. Олдрина. Мы переживали за них вместе с американцами из Хьюстона, т.к. астронавты задержались на Луне. И по обеим сторонам океана были мокрые спины от волнения, когда из Хьюстона поступали команды возвращаться на корабль, а Н. Армстронг отвечал, что еще не собрал нужное количество грунта. Мы-то понимали, что означает задержка старта с Луны.

Затем ушли в космос наши КА, которые забирали грунт без человека, с помощью автоматов, управляемых с Земли. Заметим, что идея возможности возвращения с Луны на Землю КА с лунным грунтом без коррекции его траектории была высказана и подкреплена расчетами еще в 1956 г. доктором физ.-мат. наук В.А. Егоровым. Каждый грамм лунного грунта был драгоценен, поэтому на Земле капсулу с грунтом встречали по высшему разряду. По Москве капсулу сопровождал эскорт мотоциклистов от аэропорта до ГЕОХИ.

Вызвав однажды к себе Д.Е. Охоцимского и Т.М. Энеева, Келдыш поручил им проанализировать возможности запусков КА к планетам Венере и Марсу. Различных вариантов расчетов было сделано много. Один из них, предложенный Энеевым, оказался самым эффективным, но он требовал значительных изменений ракеты: доработки третьей ступени ракеты-носителя и создания новой, четвертой. Способ предусматривал разгон космического аппарата к планете с промежуточным выведением его на незамкнутую орбиту искусственного спутника Земли. Мстислав Всеволодович не был уверен, что Королев пойдет на это.

На заседании в кабинете М.В., посвященном результатам этих исследований, докладывал Д.Е. Охоцимский. Присутствовали главные конструкторы и, конечно, С.П. Королев. Цель - выбрать вариант полета к планетам, удовлетворяю-

ший требованиям по весу полезного груза. Дмитрий Евгеньевич излагал варианты последовательно (вариант Энеева на плакате - в последней строке и помечен *). Но пока ни один из них требованиям не удовлетворял. Нетерпеливый С.П. Королев несколько раз спрашивал Дмитрия Евгеньевича: «А что там со звездочкой?». Дмитрий Евгеньевич неизменно обещал сказать об этом позже. Наконец Сергей Павлович настоятельно и слегка раздраженно потребовал объяснить, что это за вариант с приемлемым весом. Мстислав Всеволодович его поддержал, и тогда Дмитрий Евгеньевич перешел к «звездочке»... Наконец-то нашелся хороший вариант! Сергей Павлович согласился на доработки. Так родилась схема разгона КА, получившая название «Звездочка» (популярное среди баллистиков и конструкторов в 1960-70 гг.) и ставшая универсальным способом разгона космических аппаратов разного назначения.

Начиная с 1962 г. мы занимались расчетами траекторий полета к Венере и Марсу, определением наивыгоднейшей комбинации моментов коррекций траекторий КА, расчетами условий ориентации и всем, что для этого было необходимо. Короче, создавалась программа полетов космических аппаратов к планетам. Каждый полет был шагом к постижению чего-то нового. «ВЕНЕРА-4» впервые достигла поверхности Венеры, «ВЕНЕРА-5 и 6» - спуск на ночную сторону Венеры, «ВЕНЕРА-7» - спуск на освещенную сторону. Со всех аппаратов получали информацию об атмосфере Венеры, о составе грунта на ее поверхности. И все это впервые, впервые, впервые. Есть чем гордиться!

На всю жизнь запомнился полет почти одновременно четырех КА к Марсу в 1973 г. («МАРС-4 - 7», старты 21 и 25 июля, 5 и 9 августа). Это была космическая эквилибристика! Какие-то КА достигли поверхности Марса, какие-то пролетели планету, какие-то вышли на орбиту ИСМ. Космический аппарат, стартовавший раньше, пришел к Марсу позже того КА, который стартовал позже (нам приходилось рассчитывать длинные траектории вместо коротких). И если учесть, что со всех четырех КА поступала информация, которую надо было анализировать, обрабатывать; рассчитывать пролетные или облетные траектории, учитывая разные баллистические условия; для каждого КА выдавать данные для коррекции, разворотов датчиков, фотографирования и т.д., то можно себе представить, как трудно было не запутаться в этом космическом клубке.

У меня, как историческая реликвия, хранится запись сигнала, полученная на Земле с космического аппарата «МАРС-6» (совершившего

посадку на поверхность планеты), которая была очень трогательно вручена на командном пункте руководством ГОГУ (Главная оперативная группа управления) только женщинам 8 марта 1974 г. Она нам была дороже самых изысканных цветов.

Будучи президентом Академии наук Мстислав Всеволодович первым в торжественной обстановке поздравлял космонавтов, вернувшихся на Землю. Особым вниманием М.В. Келдыша был удостоен Герман Степанович Титов, который приехал в наш институт, чтобы доложить Келдышу о полете. С огромным букетом цветов, врученным ему у проходной, по широкой лестнице, покрытой ковром (обычная обстановка того времени), молодой, красивый в сопровождении толпы сотрудников космонавт №2 поднялся в наш конференц-зал. Герман Титов поблагодарил коллектив института за самоотверженную работу и поделился особенностями своего полета. Келдыш, всегда строгий, подтянутый, в тот день был особенно улыбочив, непринужден, тепло поздравляя Титова.

Таким наш директор был нам особенно дорог. Мы все понимали, что М.В. Келдыш вкладывает все, что ему дано от природы, во благо Страны. Он был всегда с нами, не давая на нас своим авторитетом. Он учил нас, не показывая этого. Много талантливых ученых работало в нашем институте, но он был ярче всех. Мстислав Всеволодович - прекрасный организатор и оратор - был человеком с непростым характером. Замкнутый, застенчивый, он мог в то же время быть суровым и резким, но неизменно всеми почитаемым и любимым.

Из воспоминаний Раисы Константиновны Казаковой



Герман ТИТОВ 11августа 1961 года в ОПМ



Фото А.И. Чинашкина (ИПМ)

А.Н. МЯМЛИН. НАЧАЛО РАБОТЫ В ОПМ

В 1950 г. Анатолий Николаевич Мямлин закончил Саратовский университет по специальности радиоэлектроника, и был направлен на работу в Москву в ЛИП АН СССР (сейчас это Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова). Здесь в лаборатории А.Л. Минца он разработал и внедрил первый в стране дифференциальный анализатор. В 1951 г. его неожиданно перевели в г. Дубну для обеспечения приборами (которых еще не существовало в природе) итальянского физика Б.М. Пантекорво, приехавшего работать в этот центр. А.Н. Мямлин создал для ученого несколько приборов и, после завершения этой работы, обратился в 1 Главное управление с просьбой о переводе назад, в Москву.

Просьба была удовлетворена, и ему предложили заняться ЭВМ «Стрела», которая создавалась по заказу Управления в СКБ-245 Министерства приборостроения. Это был неожиданный для Мямлина поворот дела: о счетных машинах он не имел ни малейшего представления, в то время это была совершенно новая отрасль техники. На размышление и принятие решения дали 2 дня.

Его направили для беседы к М.В. Келдышу. В разговоре принимал участие и К.А. Семендяев. Они рассказали А.Н. Мямлину об ЭВМ и объяс-

нили, какое значение имеет скорейшее завершение этапа создания машины и ввод ее в строй. Их основной вопрос состоял в том, как он, Мямлин, мыслит организовать работу.

«На этот вопрос, - вспоминал Анатолий Николаевич, - я ответил, только когда посмотрел «Стрелу» и посидел пару дней в библиотеке. Мои соображения были таковы: трудно ожидать, что все будет идеально сразу. Надо будет совершенствовать машину, повышать надежность и, возможно, вести собственные разработки. Келдыш согласился с моими доводами».

А.Н. Мямлин дал согласие на новую работу и с 3 января 1953 г. стал руководителем группы эксплуатации.

Первое знакомство со «Стрелой» впечатляло. Прибор Мямлина в ЛИП АН был довольно сложным и содержал две с половиной сотни электронных ламп. «Но когда я увидел «Стрелу», то оробел, - тут радиоламп было более 8000! «Стрела» занимала весь зал, и шкафы с аппаратурой имели высоту 2,5-2,7 метра. Я пришел в ужас, - вспоминал А.Н., - от масштабов наладки и работы по доводке машины до удовлетворительного состояния надежности. Как обеспечить надежную работу столь сложной аппаратуры?»



1953-1954 гг. были посвящены разработке и изучению машины в СКБ-245, а затем освоению «Стрелы» на Миусской площади в ОПМ. Одновременно формировался костяк отдела Мямлина: приняты на работу выпускники МЭИ Э.Н. Кривоносов и В.Е. Луговцова, выпускники МИФИ - Р.В. Калашников, В.Г. Кесарев, В.Г. Макаров, А.Н. Лаптев, А.И. Посашков, В.К. Смирнов, выпускник МИС - В.А. Сильвинский и др. Переведены из других организаций сотрудники со стажем А.Г. Федотов, В.Н. Ершов, Ю.Л. Попова, А.И. Русаков и др. В следующие годы отдел продолжал расти.

В те времена никаких специализированных фирм по обслуживанию и ремонту вычислительных машин не существовало, поэтому эксплуатация машины была задачей новой и очень непростой, и ее должны были решить наши инженеры. К слову, теоретически, если исходить из надежности отдельных элементов, из которых она состояла, «Стрела» работать не должна была вовсе, то есть ее надежность равнялась 0. Поэтому наряду с разработкой численных методов и алгоритмов для решения задач математической физики, перед директором института и инженерной гвардией стояла проблема: как же заставить работать эту технику?

Тем не менее, в ноябре 1953 г. начался монтаж «Стрелы» в ОПМ, а в мае 1954 г. она прошла приемно-сдаточные испытания. Наступил период проникновения в ее «характер», изучения слабых мест, желательных и возможных модернизаций.

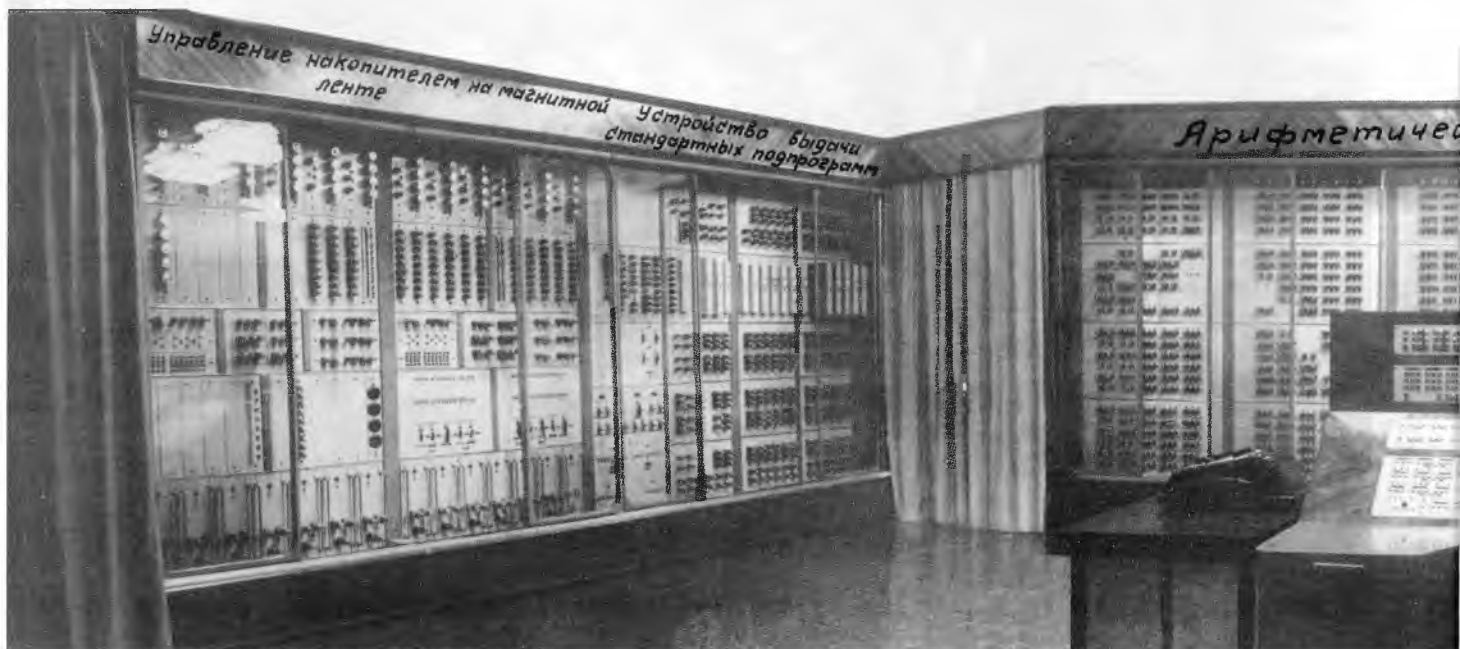
«Стрела», конечно, работала очень плохо. Через год Мстислав Всеволодович разрешил провести работы, в результате которых была переделана третья часть машины, - вспоминал Ана-

толий Николаевич. - Сначала мы тщательно подготовились, был создан буквально почасовой график работ, и за две недели переделали все, кроме арифметического устройства (устройство управления, управление магнитными лентами, управление стандартными программами). Мстислав Всеволодович постоянно контролировал сроки, каждый день я докладывал ему, как движутся наши дела. Точно через две недели «Стрела» снова заработала».

К 1956 г. в «Стреле» удвоена емкость оперативной памяти (ОЗУ) на электронно-лучевых трубках (было 1К, а стало 2К), увеличена скорость с 2000 до 3000 операций в секунду, доведена до необходимого уровня надежности работа магнитных лент. Плюс ко всему этому обнаружены и «вычищены» слабые места в электронных схемах и введены более жесткие профилактические режимы. Написанные В.С. Штаркманом по просьбе Мямлина новые тесты более плотно проверяли логические схемы и более точно указывали место неисправности. Все работали не щадя ни себя, ни своего времени, - буквально и днями, и ночами. В результате общих усилий среднесуточное полезное время работы «Стрелы» выросло с 10 до 20 часов, а еженедельная «большая» профилактика сократилась с 24 до 10-16 часов. Это был несомненный успех.

В 1958 г. ОЗУ на электронно-лучевых трубках было заменено на «нестареющее» ферритовое (В.А. Сильвинский), а емкость оперативной памяти при этом выросла до 4К.

Помимо «Стрелы» в 1955-1957 гг. была введена в строй специализированная цифровая машина (СЦМ) для отдела № 5, на которой В.А. Егоров рассчитал около тысячи траекторий



полета к Луне. Кроме того, с 1957 по 1960 гг. у нас работала машина «Урал-1». Обе эти машины были освоены, но при скоростях около 100 операций в секунду на фоне «Стрелы» не могли внести ощутимого вклада в вычислительные ресурсы института. Они были установлены у нас, видимо потому, что М.В. Келдыш в те времена считал желательным, чтобы ОПМ был еще и полигоном для испытания выпускаемой в стране вычислительной техники. На свой коллектив инженеров он полагался.

«Умение М.В. Келдыша верить коллективам, занимавшимся сложными проблемами и задачами, действовало лучше всяких выговоров, - вспоминал А.Н. Мямлин - Никогда не забуду то время, когда он, ежедневно приезжая на работу ровно к 9 часам, сразу же шел в большой зал «Стрелы». Если машина работала, он улыбался, благодарил инженеров и уходил; если же она не работала, он обходил этот огромный зал, убеждался, что все заняты делом, и молча уходил. Этот его молчаливый упрек всегда действовал больше, чем любые выговоры. Сроки нас всегда поджимали...

Надо сказать, что уже решение первых задач на вычислительной машине показало неограниченные возможности такого рода техники. Все последующие образцы новых машин разрабатывались с участием нашего института. Мстислав Всеволодович, понимая значение вычислительной техники, постоянно держал ее в своем поле зрения».

Богатейший опыт инженерной эксплуатации машин, с одной стороны, и опыт, накопленный системными и прикладными программи-

стами, с другой, подвигли Мямлина на сложное дело создания своей машины. Он сформулировал следующие основные принципы нового проекта: машина должна быть быстрой, опираться на существовавшую конструктивную базу и иметь встроенный аппаратный контроль, т.е. должна быть надежной и не требовать проведения повторных контрольных просчетов производственных задач. Идея была поддержана М.В. Келдышем и по его предложению машина получила название «Восток». Разработка началась в 1959 г., а в 1963 г. она вошла в строй и проработала в институте более десяти лет. Это была уникальная быстродействующая ламповая машина с полным аппаратным контролем операций, созданная в ОПМ небольшим коллективом инженеров и лучшая в Европе на тот момент.

Вычислительных мощностей научным отделам всегда не хватало. Поэтому институт получал и осваивал все новые, часто первые, образцы отечественных вычислительных машин. Одно их перечисление впечатляет: «Стрела» (№1, 1954 г.), СЦМ (№1, 1955 г.), «Урал-1» (№1, 1957 г.), М-20 (№1, 1958 г.); «Восток» (1963 г.); две машины БЭСМ-4 (1965 г.); БЭСМ-6 (№1, 1967 г.); «Минск-32» (1971 г.)...

Стоит обратить внимание на то, что в первые годы становления вычислительной техники в СССР вычислительный центр института занимал лидирующее положение в стране. Решающая роль здесь была за М.В. Келдышем.

*По материалам кабинета-музея
М.В. Келдыша*



«СТРЕЛА - 1»

ДВАДЦАТЬ ЛЕТ РАБОТЫ ИПМ

ДОКЛАД М.В. ЖЕЛДЫША НА ТОРЖЕСТВЕННОМ ЗАСЕДАНИИ - XX ЛЕТ ИПМ, - 20 АПРЕЛЯ 1973 Г.

Институт прикладной математики был создан в 1953 году на основе трех групп. Эти группы занимались решением специальных задач физики, в связи с развитием ядерной физики, и ряда задач механики и теории управления, в связи с развитием ракетной техники.

За прошедшие двадцать лет институт сильно вырос. Усложнились стоящие перед ним задачи, расширилась его тематика, сложились новые связи с многочисленными научными и промышленными организациями. *Но нас всегда объединяло и, видимо, будет объединять еще долгие годы сочетание высокого научного уровня теоретических исследований абстрактной математики с умением поставить конкретные прикладные расчеты на вычислительных машинах, довести ответ до числа, внедрить результаты в инженерную практику.*

Методы математики появились, собственно, не для того, чтобы их изучать, а для того, чтобы из них извлекать закономерности. Появление электронных машин позволило довести до числа решения многих важных задач и реализовать то многое, что копилось в математике столетиями. Ну, конечно, с развитием электронных машин возникли и новая проблематика и новые направления математической науки.

В становление этих новых направлений наш институт внес большой вклад.

В настоящее время институт стал одним из ведущих центров в области вычислительной математики.

Если оглянуться назад, то в 1953 году мы начинали примерно со 100 человек. Теперь нас около 900. Кандидатов наук было 13 человек, теперь - 80, докторов наук было 6, теперь - 33. Среди них - 18 лауреатов Ленинской премии и 19 - Государственной. И все эти специалисты выросли у нас в институте на той тематике, которой мы занимаемся.

Какая же у нас тематика?

Первое очень большое направление, которым мы занимались на протяжении всего этого времени - это решение уравнений математической физики. Но это не классические уравнения, а системы уравнений, несравненно более сложных.

На первом этапе мы (одними из первых в мире) научились эффективно считать одномерные нестационарные задачи газовой динамики и теплопроводности. Теперь мы умеем рассчитывать одномерное движение сплошной среды с учетом таких сложных эффектов, как ядерные превращения, взаимодействие вещества с излучением и с магнитным полем.

Мы считаем большим достижением переход в 1956-1958 гг. к расчету двумерных нестаци-



онарных задач газовой динамики. Теперь мы умеем рассчитывать газодинамические течения в составных областях с криволинейными границами и меняющейся во времени конфигурацией.

В институте был разработан основанный на идеях установления разностный метод расчета стационарных пространственных сверхзвуковых течений. По этим идеям затем были проведены расчеты обтекания затупленных тел с расчетом химических реакций в газе.

В институте были созданы численные методы решения уравнений движения вязкой жидкости. Это - нетривиальный численный метод, учитывающий асимптотику потока вдали от тела. Он позволил решить классическую задачу обтекания цилиндра.

Все большее место в работах нашего института занимают проблемы физики плазмы. Мы начали с одномерных задач. Затем в институте впервые в Советском Союзе были созданы методы расчета двумерных нестационарных задач магнитной гидродинамики. Расчеты этих задач позволили физикам разобраться в сложных процессах, наблюдавшихся в экспериментах, как то: распадение сжимаемого магнитным полем плазменного шнура на отдельные очаги с высокой температурой, завихрение плазмы в соплах и т.п.

По результатам численных расчетов движения плазмы в магнитном поле было предсказано возникновение областей с повышенной температурой. Этот факт был зарегистрирован как от-

крытие и недавно получил экспериментальное подтверждение.

Разработанные методы успешно применялись для изучения физики низкотемпературной плазмы и позволили обнаружить ряд новых физических эффектов, в частности, эффект Т-слоя, подтвержденный впоследствии экспериментально. Показано, что Т-слой может играть важную роль в МГД-устройствах.

В минувший год наш институт включился в работу по инициированию термоядерных реакций лазерным излучением.

Большая работа проведена сотрудниками нашего института по решению задач физики переноса. Были разработаны и обоснованы оригинальные методы решения широкого класса задач теории переноса. Созданы системы программ для расчета ядерных реакторов сложной структуры, расчета защит от проникающей радиации, явления атмосферной оптики. Мы научились рассчитывать такие явления, как перенос поляризованного излучения, прохождение излучения через очень толстые слои вещества. Недавно проводившийся МАГАТЭ неофициальный конкурс программ расчета трехмерных реакторов показал, что по методикам расчета мы входим в первую пятерку ведущих центров мира.

В институте получили развитие исследования некорректно поставленных задач, к которым приводят многие проблемы классического анализа и физики. Были созданы эффективные чис-





ленные алгоритмы, которые позволили решить большое число прикладных задач.

Возможности эксперимента в тех областях, где мы работаем, существенно ограничены. Поэтому математические расчеты не только позволяют понимать эксперимент, но и зачастую вскрывают явления, которые трудно усмотреть экспериментально, предсказывают еще необнаруженные эффекты. Это открывает принципиально новые возможности приложения математики к разработке оптимальных технических конструкций. Поэтому очень велико значение эффективных численных методов.

В ИПМ были предложены и воплощены новые методы расчета задач математической физики. Они оказались настолько эффективными, что позволили решить те же проблемы, что и стоявшие перед американскими учеными, хотя последние считали на машинах куда более мощных, чем у нас. Разработка эффективных численных методов шла в институте рука об руку с развитием теории разностных схем. Можно без преувеличения сказать, что общая теория разностных схем, как математическая дисциплина, создана, в основном, сотрудниками нашего института.

Второе большое направление, которым мы занимались и занимаемся, связано с исследованием и освоением космоса. Еще задолго до запуска первого спутника, в нашем институте начались работы по динамике полета ракет и космических аппаратов. Эти работы вылились в большое направление и внесли существенный вклад в наши достижения в космосе.

Нашими сотрудниками были проведены первые подробные исследования в теории полетов к Луне; предложены и рассчитаны энергетиче-

чески выгодные траектории межпланетных перелетов.

Фундаментальный вклад внесен в теорию оптимального выведения космического аппарата на орбиту, теорию движения искусственных спутников Земли, Луны, Марса.

Разработаны методы управления полетом и коррекции траекторий космического корабля, схема возвращения его на Землю.

Проведены широкие исследования вопросов ориентации и стабилизации спутников.

Многие работы наших сотрудников в области механики космического пролета носили пионерский характер; фактически за эти годы в институте создана школа динамики космического полета, получившая признание в СССР и за рубежом.

Для того, чтобы вести работы по баллистике, пришлось провести ряд работ по планетам и по Луне. Появилась первая модель гравитационного поля Луны, работа по модели атмосферы Венеры и других планет земной группы. Эти работы внесли очень многое в понимание нашей планетной системы. Сотрудники нашего института вместе с другими центрами внесли весомый вклад в непосредственное управление полетами большого числа космических аппаратов.

В течение ряда последних лет в институте интенсивно разрабатывается новая проблематика, связанная с созданием и математическим моделированием сложных кибернетических систем с элементами искусственного интеллекта. Работы по созданию алгоритмов управления локомотивными системами и их моделированию представляют большой интерес как методический, так и прикладной.

Заметное место в работах института занимают вопросы астрофизики и космологии. Изучалась эволюция Вселенной на ранней стадии ее развития, вплоть до образования галактик. Построена теория коллапса массивных звезд в конце их эволюции и рассмотрены свойства образующихся «черных дыр», втягивающих в себя окружающее вещество и заглатывающих излучение.

В 1966 году сотрудниками института были указаны физические эффекты, по которым удобно искать нейтронные звезды и «черные дыры». Проведенные в СССР и США в минувшем году наблюдения подтверждают предсказания, так что «черные дыры», по-видимому, открыты. В порядке дня теперь детальный расчет образования «черных дыр».

Ярким примером успешного применения машинных расчетов к классической задаче является работа по гравитационному взаимодействию галактик. Изготовленный вычислительной машиной кинофильм наглядно показывает образование у галактики спиральной структуры. По-видимому, именно таким путем возникла спиральная структура нашей собственной галактики.

Наряду с работами по вычислительной математике, в институте велись работы по математике, главным образом, в тех ее разделах, которые соприкасаются с нашей основной тематикой.

Это, в первую очередь, теория дифферен-

циальных уравнений, функциональный анализ и теоретическая кибернетика.

В области дифференциальных уравнений самое интересное, что делалось, это изучение квазилинейных уравнений. Здесь выяснен ряд новых, не имеющих аналогий в линейном случае, качественных свойств, связанных с образованием разрывных решений, и исследован ряд классов модельных уравнений. Для системы уравнений Навье-Стокса, описывающих течение вязкой жидкости, установлена качественная картина решений задачи стационарного обтекания.

Получены интересные результаты и в общей теории задачи Коши для линейных уравнений с частными производными.

Исследования систем обыкновенных дифференциальных уравнений были связаны с задачами управления и устойчивости движения. Изучались особые точки таких систем и резонансные орбиты.

Работы сотрудников института внесли крупный вклад в развитие функционального анализа, особенно теории представлений групп. Их работы, открывшие такие новые направления в этой области, как теория бесконечномерных представлений и гармонический анализ на группах, широко используются в физике элементарных частиц и квантовой теории поля, а теперь и в ряде разделов чистой математики (теория чисел). Без преувеличения можно ска-



зять, что в мире сейчас есть два ведущих центра по теории представлений, - это наш ИПМ в Москве и Институт высших исследований в Принстоне.

Другим направлением исследований, совсем недавно зародившимся в стенах института, является изучение бесконечномерных алгебр Ли, в частности, алгебры Ли всех векторных полей на многообразии. Когомологии таких алгебр оказались важными дифференциально-топологическими инвариантами и сразу начали интенсивно изучаться у нас и за рубежом.

Применение аппарата бесконечномерной дифференциальной геометрии позволило также усовершенствовать классическую теорию оптимальных статистических оценок.

Интересные работы были выполнены в области теории функций. Была решена проблема, когда аналитическая функция может быть приближена рациональными функциями.

Получены общие результаты по проблеме Фрагмена-Линделёфа для систем эллиптических дифференциальных уравнений.

В области кибернетики выполнен большой цикл работ по математическим вопросам синтеза управляющих систем; в частности, получена асимптотика функции Шеннона для схем из функциональных элементов. Совсем недавно получен аналогичный результат для схем из пороговых элементов.

В теории функциональных систем изучались вопросы полноты для K -значных логик. Найдена асимптотика для числа предполных классов в K -значной логике. Получено необходимое и достаточное условие существования для замкнутого класса в K -значной логике конечного числа минимальных подклассов.

Проделана большая работа в области создания и совершенствования системы машинного перевода математических текстов с французского языка на русский.

Сотрудники нашего института участвовали в разработке ряда медицинских приборов, в том числе протеза руки, управляемого биотоками. Сейчас ими создан и успешно работает в клинике аппарат «Ритм-5» для слежения за тяжело больными, сбора информации об их состоянии и сигнализации об ухудшении состояния.

Одновременно ведется разработка и клиническая проверка алгоритмов диагностики и прогнозирования течения болезней. В перспективе оба этих направления должны слиться.

Наш институт одним из первых в стране приступил к практическому написанию программ для расчета конкретных прикладных за-

дач. Большой объем уже первых программ поставил вопросы автоматизации программирования. Была создана первая в стране программирующая программа. Позднее был создан один из первых в стране и один из первых в мире трансляторов со столь полной версии языка АЛГОЛ, который дает широкие возможности для пользователей. В нашем институте был разработан оригинальный машинно-ориентированный язык АЛМО.

За последние годы была создана для машины БЭСМ-6 операционная система ОС ИПМ.

Сейчас наш институт стал одним из пионеров в стране в освоении средств машинной графики. Большой популярностью пользуется разработанная в институте система ГРАФОР для представления информации в виде изображений. Созданы средства, инженерные и программные, для машинного изготовления фильмов.

Разработанные в институте средства генерации макрокоманд для автокода позволяют на новом уровне вести системное и прикладное программирование.

Наш институт вложил много труда в разработку архитектуры и логики ряда вычислительных машин. Он принял участие в создании вычислительных машин серии РЯД.

Институт одним из первых стал использовать электронные вычислительные машины. Наши инженеры выполнили много работ по совершенствованию узлов и устройств, которые прочно вошли в обиход. Опираясь на новые конструкторские разработки, наши инженеры и техники на высоком уровне ведут эксплуатацию вычислительной техники.

В институте была построена и сдана в 1963 году в эксплуатацию оригинальная вычислительная машина ВОСТОК, самая быстродействующая в Европе в то время. Она эксплуатируется до сих пор.

Несомненно, все наши успехи мы должны разделить с инженерами и техниками, эксплуатирующими наши вычислительные машины.

Большая работа была проведена библиотечно-информационной службой. В институте налажен оперативный выпуск препринтов и материалов по математическому обеспечению ЭВМ.

Силами ОНТИ и библиотеки на основе информационной системы АСИОР налажена служба автоматизированной экспресс-информации.

Большую помощь в решении задач, стоявших перед институтом, оказал наш административно-хозяйственный аппарат, создавший все необходимые условия для работы научно-производственных отделов института.



Кабинет директора ИПМ Мстислава Всеволодовича Келдыша после его смерти решением Правительства «Об увековечении памяти ученого» сохранен как Мемориальный кабинет-музей академика М.В. Келдыша при Президиуме АН. Его организовывали А.В. Забродин и Н.Н. Ченцов, к сожалению, рано умерший.

Сейчас в музее работают: А.В. Забродин (директор), Г.Н.Езерова и С.М. Келдыш.



Я, Езерова Галина Николаевна, пришла работать в ОПМ в 1957 г. в отдел программирования как дипломированная мехмата МГУ. С тех пор, как и большинство из нас, не формально, но заинтересованно работала в программировании и системном программировании для разных наших ЭВМ: «Урал», «Стрела», М-20, «Восток», «Весна», БЭСМ-6.

Многое хорошо помню. Например, помню, что в 1958 г. именно нашему отделу программирования во главе с М.Р. Шура-Бура (как проверенным и надежным умельцем) директор поручил быстро написать и отладить комплекс программ для сопровождения на «Стреле» запусков космических аппаратов и пилотируемых космических кораблей. (Мы опробовали свои программы на запусках МБР, собачек и манекенов). Моя часть - программа «Прогноз движения КК» была написана по заданию Т.М. Энеева. Наш отдел работал на оперативных запусках, пока работала «Стрела», а в промежутках мы занимались другими неотложными программистскими делами...

Начиная с 1979 г. А.В. Забродин и Н.Н. Ченцов иногда просили меня помочь им в сборе и обработке воспоминаний о М.В. Келдыше, затем в создании первой экспозиции в Мемориальном кабинете-музее. Как известно, он был открыт 10 февраля 1981 г., но только летом 1984 г. я окончательно перешла работать в музей, расставшись с программированием.

Мне всегда хотелось узнать, как же зарождался наш институт, кто в нем тогда работал, как начинали осваивать новейшую вычислительную технику, кто написал первую программу на первой ЭВМ МЭСМ и т.д., - и я обращалась с просьбами вспомнить и записать это. То немногое, что удалось собрать в музее на сегодня, обработано и включено в этот сборник.

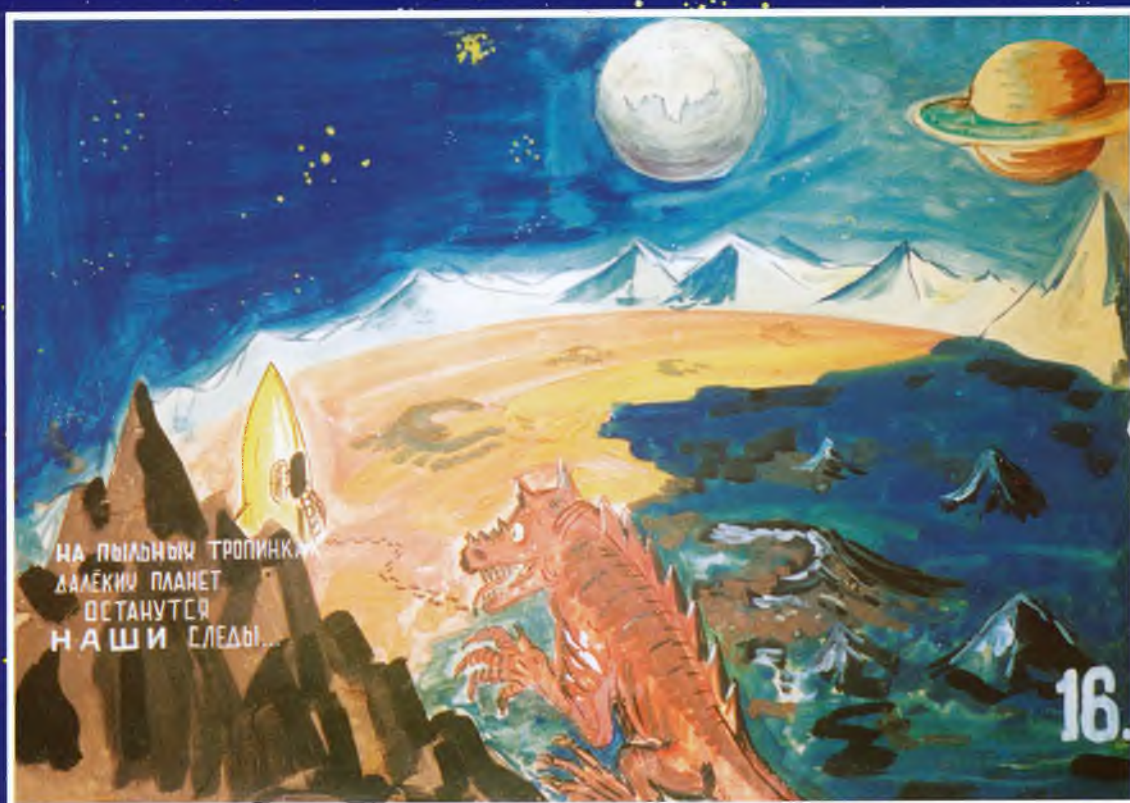
Мы (сотрудники кабинета-музея) надеемся этой публикацией разбудить желание участников событий рассказать о делах, прошлых и настоящих, уникального института с названием ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, которому скоро исполнится полвека. Написать его историю - это, в конечном счете, наш общий долг.



Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) по проекту № 01-01-10063

Адрес: Россия, 125047, г. Москва, Миусская пл., 4, ИПМ им М.В.Келдыша РАН
Тел.(tel.): (095) 251-26-56

© Мемориальный кабинет-музей академика М.В.Келдыша, 2001 г.
Тираж 1000 экз.



ОДИН ИЗ ПЛАКАТОВ, НАРИСОВАННЫХ В.А. СИЛЬВИНСКИМ К 10-ЛЕТИЮ ОПМ МИАН СССР