

НАУЧНОЕ ПРОСТРАНСТВО И. М. ГЕЛЬФАНДА (информация к размышлению)

Т. В. Потапова

XX век вошел в историю человечества не только войнами, природными катастрофами и эпидемиями, унесшими десятки миллионов человеческих жизней. XX век – это время бурного развития науки и техники. В первом ряду тех, кто создавал и разрабатывал одно из красивейших и сложнейших научных направлений – современную математику, по праву стоит имя нашего соотечественника Израйля Моисеевича Гельфанда.

Из автобиографии: Родился в 1913 г. в местечке Красные Окны Одесской области. Отец – служащий бухгалтер. В 1923 г. семья переехала в с. Ольгополь, где я окончил среднюю школу. В 1930 г. переехал в Москву. К этому времени много занимался математикой и начал работать преподавателем математики в инженерном училище. В 1931 г. в порядке исключения (не имел высшего образования) был принят на работу ассистентом кафедры математики Вечернего Химико-Технологического ин-та. С 1932 г. принимал участие в работах семинаров МГУ и в сентябре 1932 г. был принят в аспирантуру МГУ, которую закончил в 1935 г. В этом же году защитил диссертацию на степень кандидата физ.- мат. наук и был оставлен доцентом МГУ. В 1939 г. перешел на основную работу в Математический ин-т им. Стеклова АН СССР старшим научным сотрудником, продолжая работать по совместительству доцентом МГУ. В 1940 г. защитил докторскую диссертацию. С этого времени работаю профессором МГУ (по совместительству). В 1953 г. переведен на работу зав. отделом в Институт прикладной математики. В том же году избран член-корр. АН СССР.

В 1984 г. И. М. Гельфанд был избран академиком по Отделению математики АН СССР. Израиль Моисеевич работал в Институте прикладной математики по 1990 г., затем перешел в НИИ системных исследований РАН и в том же году уехал в США, где был 78 лет зачислен в штат университета Rutgers в Нью-Джерси.

Всем, кто изучал высшую математику, имя И.М. Гельфанда известно достаточно хорошо. Человеку, далекому от математики, можно получить представление о характере научного творчества И.М. Гельфанда и масштабах его влияния на развитие математики, познакомившись с популярными обзорами профессора механико-математического факультета МГУ, ученика А.Н. Колмогорова, Владимира Михайловича Тихомирова /1,2/. Подавляющее большинство великих математиков XX века, отмечает Тихомиров, вышли из обеспеченных семей, имели в детстве домашние библиотеки и интеллектуальный круг общения, учились в престижных университетах. Жизнь И.М. Гельфанда начиналась по-другому... Тем не менее, без учителей, вдали от родного дома, без средств, без всякой поддержки, в возрасте 19 лет он вошел в математику настолько, что сумел поступить в аспирантуру Московского университета. Его руководителем стал А.Н. Колмогоров. Тихомиров считает величайшими математиками XX века трех человек: А.Н. Колмогорова, Давида Гильберта и И.М. Гельфанда. В.И. Арнольд, вспоминая о Колмогорове /3/, пишет: «Андрей Николаевич назвал мне как-то только двух математиков, при разговоре с которыми он «ощущал присутствие высшего разума» (одним из них он назвал своего ученика И.М. Гельфанда)».

Тихомиров приводит высказывание И.М. Гельфанда: «Математика – это марафон», - и выделяет три периода в его математическом творчестве. Первый – написанные без соавторов работы в области классического функционального анализа. Затем – соавторство с А.Н. Колмогоровым. По сути дела, пишет Тихомиров, это была первая работа по нормированным кольцам (или по-нынешнему – банаховым алгебрам). Завершила этот цикл монография «Нормированные кольца» (Гельфанд, Райков и Шилов), вызвавшая переворот во

всем функциональном анализе. В военные годы Израиль Моисеевич обратился к теории представлений. Это направление занимает одно из основных мест в научной биографии Гельфанда. В пятидесятые годы сфера деятельности Израйля Моисеевича резко расширяется. Это и обобщенные функции, и обратные задачи, и численные методы, и математическая физика, и случайные процессы. В эти годы начинается работа над монографической серией «Обобщенные функции». Она сыграла выдающуюся роль в развитии математики XX столетия. Далее шла интегральная геометрия, бесконечные алгебры Ли, интегрируемые системы. Затем – комбинаторика, теория гипергеометрических функций, некоммутативная математика. *«Нелегко назвать, - пишет Тихомиров, - ту из отраслей математики, представленных в секциях Математических Конгрессов (за исключением, пожалуй, математической логики), в которые Гельфанд не внес бы фундаментального вклада. ... Такая широта почти не имеет примеров в нашей науке».*

К 50-, 60- и 70-летию Израйля Моисеевича ведущими математиками были опубликованы обзоры его математических работ /4-6/. С 31 августа по 4 сентября 2003 г. в Бостоне в честь 90-летнего юбилея И.М. Гельфанда прошла очень представительная математическая конференция /7/, на которой выступил сам юбиляр с лекцией “Mathematics as an Adequate Language”, его ученики, ученики его учеников и другие математики, в чьем творчестве отразилось влияние И.М. Гельфанда.

Научная биография Гельфанда поражает не только масштабами успехов в развитии математики. В.М. Тихомиров отмечает необычайно высокий возрастной диапазон соавторов Гельфанда (даты рождения которых разделяет период в 80 лет), а также тот факт, что, *«как правило, творческий потенциал ученого подходит к концу, когда ему исполняется 60 лет, а интенсивная творческая деятельность длится два, три, редко четыре десятилетия, Научная биография Гельфанда длится семьдесят лет»* /2/.

Поисковая система «google» на ключевое слово «И.М. Гельфанд» предлагает более 37 тысяч ссылок на русском языке и около 450 тысяч – на английском. Сегодня академик Гельфанд – член многих крупнейших академий мира: Российской, Национальной академии США, Французской академии, Королевского общества Великобритании, итальянской Академии де Линчей и др. При этом, членом японской Академии наук Гельфанд стал вторым русским после Петра Первого, а ирландской – вторым после Д.И. Менделеева /8, 9/.

И.М. Гельфанд кавалер трех орденов Ленина, лауреат Ленинской премии и трех Государственных. Немыслимо перечислить в короткой статье все почести, которыми отметило его труды международное сообщество: одну из самых престижных - премию МакАртуров называют «стипендией для гениев». Имя Гельфанда уже не принято упоминать без эпитетов «великий» и «знаменитый», в то же время сам Гельфанд неустанно повторяет, что он не великий и тем более – не вождь и не лидер, что он продолжает учиться и учиться у других людей, что сейчас его интересует не то, как будет развиваться математика, а то, что такое сама математика и почему в ней есть общие черты с поэзией и классической музыкой /7, 10-12/. Он выделяет четыре таких черты: красота, простота, точность и безумие идей.

Математик, преданный своей науке с юности и успешно развивавший ее на протяжении многих десятилетий, почему и зачем он тратил так много времени и сил на работу за пределами чистой математики? За период с 1963 по 1983 г.г. И.М. Гельфандом опубликовано около 150 совместных трудов с физиками, геофизиками, биофизиками, биологами и врачами. Примерное представление о содержании и масштабах этой работы можно получить из обзорных и проблемных статей и книг, написанных о нем, а также им самим в соавторстве с коллегами и сотрудниками /13-21/.

Биологией заинтересовал И.М. Гельфанда в 60-х годах его ученик М.Л. Цетлин. Началось все с небольших теоретических семинаров, завершившихся совместной с Цетлиным работой по анализу распространения активности в нервных волокнах и сердечной мышце, которые были рассмотрены как непрерывные среды (см. /17/). Поначалу Гельфанд и Цетлин, как и многие математики и физики, полагали, что им удастся успешно применить к биологическим системами опыт, накопленный в занятиях сложными неживыми системами

(такими, как квантовая теория поля). Однако, изучение уже первых двух конкретных биологических проблем: механизмов управления простейшими естественными движениями млекопитающих и регуляции деления клеток в культуре ткани, - выявило принципиальные особенности биологических систем по сравнению с неживыми /16/. Довольно скоро стало ясно, что каждая структурная единица в живой системе не подчинена лишь замыслу всей конструкции, но имеет свои «личные» цели, всегда стремясь повышать степень своей стабильности и сохранять индивидуальность как совокупность собственных задач. Вместе с тем, каждая живая система способна помогать соседям в осуществлении их «личных» планов, объединяясь на этом пути в разнообразные коллективы: ткани, органы, семьи, колонии и т.д. На базе этих представлений были сформулированы принцип наименьшего действия и представления о синергиях в управлении деятельностью элементов биологических систем. *«Мы хотим подчеркнуть нашу основную мысль: в основе поведения живых систем лежит небольшое число принципов. ...Видимое безграничное разнообразие форм поведения каждой живой системы возникает из-за того, что мы описываем это поведение не на том языке. Именно поэтому проблема объяснения поведения живых систем есть проблема выработки соответствующего языка»* /16/.

С этих позиций И.М. Гельфанд выстраивал на протяжении десятков лет свои взаимодействия с биологами: и как член рабочих коллективов, выполнявших конкретные исследования, и как руководитель научных семинаров. Эти принципы обретают огромное значение в наши дни как база для развития вычислительной биологии живых систем.

Один из примеров длительного плодотворного сотрудничества Гельфанда с биологами – это совместная работа с Ю.М. Васильевым в области клеточной биологии (см. /16-18, 21/). Созданная ими группа экспериментаторов ведет в Москве и в университете Rutgers систематическое исследование движений и размножения клеток двух тканей: эпителия и мезенхимы, - в клеточных культурах, последовательно пытаясь выделить и охарактеризовать основные типы клеточных реакций и лишь затем (в отличие от работ многих современных исследователей) определить их молекулярные механизмы. Была изучена типичная реакция монослоев таких клеток – заживление раны и роль системы микротрубочек в организации направленного движения клеток в рану. Выяснилось, что дезорганизация системы микротрубочек лишает клетки способности к целенаправленному движению: оно становится хаотичным и беспорядочным. Далее выяснилась необходимость координации работы системы микротрубочек и сократительного аппарата клетки (актомиозинового комплекса), что заставило эту группу сосредоточить внимание на генах и белках группы Rho – системы малых ГТФаз, контролирующих сокращение и полимеризацию актин-миозиновых структур. На основе новых экспериментальных данных разработана оригинальная концепция механизмов двух форм опухолевой клеточной трансформации: одна из них связана с повышением экспрессии гена Rho, другая – с понижением такой экспрессии /21/. В итоге этой многолетней работы Израиль Моисеевич вплотную подошел к когда-то поставленной им задаче /16/ и трудится в настоящее время над разработкой математического аппарата для описания поведения живых белков, который по его словам /7/ станет новой геометрией.

Недавно в серии «Синергетика: от прошлого к будущему» вышло второе издание книги И.М. Гельфанда с соавторами «Очерки о совместной работе математиков и врачей», с которой также стоит познакомиться. В предисловии к книге заместитель директора ИПМ им. М.В.Келдыша Г.Г. Малинецкий пишет: *«Математическое творчество академика И.М. Гельфанда многогранно и разнообразно. В представленной книге преобладает предельная конкретность, нацеленность на ясный врачебный результат. Особенностью этой книги является практическое отсутствие специального математического аппарата. Главное, что привносит математик в анализ медицинских задач – это умение и привычку иметь дело со сложными структурами»*. В качестве одного из приложений к книге опубликована замечательная лекция И.М. Гельфанда «Два архетипа в психологии человечества», прочитанная им при вручении премии Киото. В частности, в этой лекции И.М. Гельфанд

сказал: «Математика является одним из высших достижений человеческого духа и одновременно, очень точным и адекватным языком, без которого физика и многие другие области были бы невозможны. И первая сторона ответственности математиков состоит в том. Чтобы, используя опыт и достижения математики, особенно математики 20 века, значительно расширить возможность создания адекватных языков в других разделах науки. В первую очередь помочь в выявлении структуры и, по возможности, в выработке адекватного языка для живых систем – в различных разделах биологии, экономики, психологии» /22/.

Семинары И.М. Гельфанда.

В.М. Тихомиров пишет, что математический семинар Гельфанда, где обсуждался широчайший круг проблем, сыграл выдающуюся роль во всей истории математики XX века. Материалы знаменитых Гельфандовских семинаров по математике частично опубликованы /23/.

Очень жаль, что о биологических семинарах сохранились в основном лишь устные предания. В начале 60-х г.г. возник уникальный Гельфандовский семинар по проблемам биологии и патологии клетки, где на самом высоком уровне обсуждались работы по биохимии, цитологии, иммунологии, генетике и другим разделам биологии. Клеточные семинары Гельфанда собирались 26 лет. Один из постоянных участников этих семинаров Г.И. Абелев, выдающийся онколог, академик РАМН вспоминает на страницах журнала «Химия и жизнь»: «Участковать в семинаре было трудно, часто обидно, но мне кажется, что этот семинар был единственным в своем роде. Он способствовал тому, чтобы быть до конца честным с самим собой и жить в системе подлинных, а не мнимых критериев и ценностей». По словам Г.И. Абелева гельфандовский семинар отличался жестким, совсем не академическим стилем, беспощадно обнажавшим суть предмета и исследователя, но этот семинар помогал отфильтровывать истинную науку от псевдонаучного беспредела и легковесного прожектерства /24/.

Для многих участников клеточный семинар И.М. Гельфанда стал настоящей школой общепробиологического мышления.

Гельфанд и школьники.

Имя И.М. Гельфанда неразрывно связано с историей знаменитой второй московской школы /25/: «Персона Гельфанда особенно важна: этот первый и самый яркий (наряду с В.И. Арнольдом) ученик Колмогорова еще в середине 1930-х годов оказался в числе руководителей ПЕРВОГО математического кружка для школьников при МГУ. Тридцать лет спустя Гельфанд уже был шефом самого авторитетного математического семинара в МГУ – и вот, он решил потряхнуть стариной, основав свою колонию в близлежащей толковой школе».

По воспоминаниям Е.Г. Глаголевой /26/ в 1963 г. И.М. Гельфанд работал во второй школе с двумя классами. Занятия состояли из лекций (читал сам Израиль Моисеевич сразу для двух классов) и так называемых семинаров, которые по классам проводили «бригады» студентов мехмата МГУ: 5-6 человек с разных курсов на каждый класс. Их работой руководили сотрудники Израиля Моисеевича. На этих занятиях не было опроса, домашних обязательных занятий – просто давалось много разных интересных задач. При этом никакие оценки за эту работу не ставились, учеников никто не ругал, если они задач не решали. В своей автобиографии в разделе «общественная работа» Израиль Моисеевич писал: «Организовал и являюсь председателем Научного Совета средней заочной математической школы». Е.Г. Глаголева отмечает: «Роль Гельфанда в организации ЗМШ (заочной математической школы) охарактеризовать очень просто: он ее создал. Он развернул общую идею в конкретный план, нашел и «заразил» идеей людей, которые работали тоже не за страх, а за совесть» /26/. В первые годы работы ЗМШ в ней почти с точностью повторилась

структура работы во второй школе: вместо лекций пособия, написанные Израиль Моисеевичем и другими авторами, «семинары» по решению задач проходили заочно по заданиям, составленным сотрудниками ЗМШ, а непосредственно работали со школьниками, проверяя их работы, разбирая ошибки и давая указания по их исправлению, опять-таки студенты мехмата МГУ. В очерке /8/ приводится высказывание И.М. Гельфанда: *«Организованную мною более 30 лет назад в России заочную математическую школу окончили более 70 тысяч человек, большинство из них не стало профессиональными математиками, но убедилось в ее неизмеримой красоте!»*.

В начале 90-х г.г. при университете Rutgers И.М. Гельфанд открыл американский филиал ЗМШ (Gelfand Outreach Program in Mathematics. E-mail: gorm@math.rutgers.edu), через который к началу XXI века прошли сотни учащихся /8/. В архивах журнала «Квант» можно познакомиться с изложенными самим И.М. Гельфандом представлениями о том, как следует учиться математике и как ее преподавать другим /11/.

Е.Ю. Васильева, с которой Гельфанд в детстве занимался математикой, стала врачом-кардиологом, но на всю жизнь сохранила ощущение красоты математики благодаря тому, что Израиль Моисеевич учил ее писать красиво и с любовью ряды обычных цифр, повторяя при этом, что вся математика не в голове, а в руках. В феврале 2006 года Елена Юрьевна навестила Гельфанда: записала его видео-поздравление к 50-летию второй школы для ее учеников и директора В.Ф. Овчинникова, сделала несколько фотографий.

P.S.: Неформальное научное пространство, организованное в России во второй половине XX века волей и разумом И.М. Гельфанда, полноценно существует, несмотря на сложности и нестабильности современной жизни и все, кто волей судьбы в это пространство попал, не теряют ощущения родства с его создателем. Большое число чрезвычайно занятых людей нашли время и силы помочь мне собрать материалы для этого очерка, охотно делились воспоминаниями и искренними пожеланиями довести до логического завершения такую непростую работу.

P.P.S. Вообще-то этот очерк предназначался для журнала “В мире науки”, но когда он уже приобрел законченный вид, редакция с сожалением сказала, что это не тот формат, который предусматривается в журнале (раздел “Профиль”) для материалов об ученых. Поэтому было решено разместить информацию об И.М. Гельфанде на сайте «Ученые – детям» [<http://kids.genebee.msu.ru>] НИИФХБ им. А.Н. Белозерского МГУ, где Израиль Моисеевич с 1965 г. возглавляет на общественных началах отдел математических методов в биологии. Автор искренне благодарит всех, кто помогал собирать и обрабатывать эти материалы: А.В. Алексеевского, О.А. Баринovu, М.Б. Беркинблита, Л.Ю. Бойцову, Ю.М. Васильева, Е.Ю. Васильеву, Е.Г. Глаголеву, В.Л. Дунин-Барковского, Ю.Б. Котова, А.М. Леонтовича, Г.А. Павлову, В.И. Самойлова, В.В. Смолянинова, В.М. Тихомирова, - и приглашает желающих поделиться своими размышлениями о Гельфанде на нашем сайте.

Библиография:

1. В.М. Тихомиров. 2001. Квант. №1. Стр.2-5.
2. В.М. Тихомиров. 2004. Математическое просвещение. Серия 3, выпуск 8, стр. 8-12.
3. В.И. Арнольд. 2003. «Новый обскурантизм и российское просвещение» М. «Фазис». 60 стр. [<http://www.aha.ru/~phasis>].
4. М.А. Вишик, А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин, Г.Е. Шилов. 1964. Успехи математических наук, том 19, выпуск 3, стр. 187-205.
5. С.Г. Гиндикин, А.А. Кириллов, Д.Б. Фукс. 1974. Успехи математических наук, том 29, выпуск 1 (175), стр. 195-223.
6. Н.Н. Боголюбов, С.Г. Гиндикин, А.А. Кириллов, А.Н. Колмогоров, С.Н. Новиков, Л.Д. Фаддеев. 1983. Успехи математических наук, том 38, выпуск 6 (234), стр. 137-152.

7. The Unity of Mathematics. In Honor of the Ninetieth Birthday of I.M. Gelfand. 2006. (Eds. P. Etingof, V. Retakh, I.M. Singer). //Progress in Mathematics. V.244. Birkhäuser. Boston-Basel-Berlin. 654 p.p. [www.birkhäuser.com].
8. В. Нузов. 1999. Поверить алгеброй гармонию (Израиль Моисеевич Гельфанд). «Вестник» №2 (209), 19 января.
9. Ю. Медведев. «Моцарт от математики». Российская газета от 3 сентября 2003 г., №33 (36). [www.rg.ru].
10. Речь И.М. Гельфанда на вечере в Royal East Research. 2004. Математическое просвещение. Серия 3, выпуск 8, стр. 13-14.
11. Интервью Гельфанда журналу «Квант». 1989. №1.
12. И.М. Гельфанд. 1989. Два архетипа в психологии человечества. (Лекция при вручении премии Киото). Интернет-Форум «Классика».
13. О.В. Локуцкий, Н.Н. Ченцов. 1974. Успехи математических наук, том 29, выпуск 1 (175), стр. 224-232.
14. (совместно с М.Л. Цетлиным). 1966. Математические модели механизмов центральной нервной системы. В Сб. «Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем». М. «Наука». Стр.9-26.
15. (совместно с В.С. Гурфинкелем, М.Л. Цетлиным, М.Л. Шиком). 1966. Некоторые вопросы исследования движения. В Сб. «Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем». М. «Наука».
16. (совместно с Ю.М. Васильевым, Ш.А. Губерманом, М.Л. Шиком). 1969. Природа. №6: 13-21 и №7: 24-33.
17. М.Б. Беркинблит, Ю.М. Васильев, М.Л. Шик. 1974. Успехи математических наук, том 29, выпуск 1 (175), стр. 232-246.
18. (совместно с Ю.М. Васильевым). Взаимодействие нормальных и опухолевых клеток со средой. М. «Наука». Стр. 1-280.
19. Yu. I. Arshavsky, I.M. Gelfand, G.N. Orlovsky. 1984. "Cerebellum and Rythmical Movements", Springer-Verlag, Studies of Brain Function, vol.13.
20. М.Б. Беркинблит, И.М. Гельфанд, А.Г. Фельдман. 1991. Сб. «Интеллектуальные процессы и их моделирование. Организация движений.» М. «Наука»: 37-54.
21. J.M. Vasiliev, T. Omelchenko, I.M. Gelfand, H.H. Feder, E.M. Bonder. 2004. //PNAS. V.101. N34. P.12526-12530.
22. И.М. Гельфанд, Б.И. Розенфельд, М.А. Шифрин. 2005. «Очерки о совместной работе математиков и врачей». М.:Едиториал УРСС, 2005.-320 с.
23. The Gelfand Mathematical Seminars 1996-99. (Eds. I. Gelfand & V. Retakh). Birkhauser. 2000.
24. Г.И. Абелев. 1992. «Химия и жизнь» №8. стр.4-13.
25. С.Г. Смирнов. Архив Второшкольной газеты. Отдел электронных писем: webmaster@sch2.ru.
26. Е.Г. Глаголева. 2004. Гельфанд и школа. Квант. №1.