

Путь к научным вершинам

С. П. ЕГОРШИН

С момента создания в 1953 г. в КБ-11 математического сектора (в современном статусе – отделения) 08 сложилось так, что из пяти его руководителей четверо прибыли в отделение уже сложившимися учеными.

Первым руководителем математического отделения 08 приказом по КБ-11 № 37 от 14 февраля 1953 г. был назначен ранее прибывший (1 апреля 1950 г.) на «объект» в теоретический отдел № 30 сектора 20 к И. Е. Тамму член-корреспондент АН СССР Н. Н. Боголюбов (тогда уже общепризнанная величина в области математики, физики, механики).

В связи с переходом Н. Н. Боголюбова на другую работу, в июне 1953 г. его сменил С. А. Авраменко, который прибыл на «объект» из Киева в математический отдел Н. Н. Боголюбова № 63 еще летом 1951 г. на должность заведующего лабораторией программирования. Кандидат физико-математических наук С. А. Авраменко входил в число двух первых программистов в СССР.

В 1963 г., в связи с отъездом начальника отделения № 08 С. А. Авраменко в Киев, исполняющим обязанности начальника математического отделения был назначен лауреат Государственной премии (1953 г.) Ю. К. Пужляков, работавший с 1960 г. в отделении 08 главным инженером.

В 1966 г. директор КБ-11 Б. Г. Музруков принял решение о создании при управлении предприятия Экономического вычислительного центра (ЭВЦ), начальником которого назначил



Р. М. Шагалиев

Ю. К. Пужлякова. В связи с этим на должность руководителя математического отделения 08 в 1966 г. из Москвы был приглашен И. Д. Софронov. После окончания аспирантуры мехмата МГУ и защиты кандидатской диссертации он прибыл в КБ-11 и работал с 1955 по 1962 г. в математическом отделении 08 КБ-11, в том числе с 1960

по 1962 г. в качестве руководителя отдела.

Сегодня отделением руководит Р. М. Шагалиев. Он начинал свою карьеру на наших глазах, в математическом отделении 08 (от первых шагов молодого специалиста и до научных вершин).

Р. М. Шагалиев родился 29 сентября 1950 г. в с. Пойсево Актанышского района Татарской АССР в семье служащего.

Его отец, Мирзагали Галиевич Шагалиев, участник Великой Отечественной войны, был неоднократно ранен, награжден орденами и медалями. Уже в мирное время проявил себя как хороший организатор – работал директором МТС, председателем сельпо, а затем длительное время (до выхода на заслуженный отдых) – в с. Пойсево председателем колхоза. Мать, Галия Карамовна Шагалиева, преподавала математику в средней школе.



Родители Р. М. Шагалиева



Вид на главное здание Казанского университета

В семье Рашит воспитывался вместе с сестрой Ильгизой и младшим братом Ринатом.

С 1957 по 1967 г. учился в пойсевской средней школе, которую окончил с серебряной медалью. В 1967 г. он поступил в Казанский государственный университет на механико-математический факультет и окончил его в 1972 г. с отличием.

После университета Рашит Мирзагалиевич был направлен в математическое отделение 08 ВНИИЭФ и 14 августа 1972 г. приступил к работе в должности младшего инженера.

Изучив программирование на БЭСМ-6, Р. М. Шагалиев сразу активно включился в работу в лаборатории многогрупповых нейтронно-ядерных расчетов, где начиналась реализация проекта по созданию программного комплекса для расчета основных физических процессов ЯВ в двумерной многогрупповой постановке на основе кинетической модели. Его наставником был прекрасный математик – В. Е. Троцкий, лауреат Ленинской и Государственной премий. Виталий Ефимович относился к грандам математического отделения, поскольку приехал в КБ-11 после окончания матмеха ЛГУ в далеком 1954 г. и проводил расчеты еще на механических и электромеханических инструментах. Под его руководством Р. М. Шагалиев приступил к написанию ряда блоков-модулей для создаваемой в лаборатории большой программы решения двумерного кинетического уравнения.

При выполнении этих работ Рашит Мирзагалиевич проявил себя способным и изобретательным математиком. Ему удалось существенно улучшить один из алгоритмов, используемый при решении двумерного уравнения переноса.

В феврале 1974 г. Р. М. Шагалиев был избран на должность младшего научного сотрудника. В этой должности он освоил счет производственных задач по программе ТУ-106, написал для нее методическую программу в целях исследования точности применяемых разностных схем. После этого Рашита Мирзагалиевича подключили к составу авторского коллектива, создававшего двумерную программу ТУ-201-СИГМА. В 1974–1976 гг. он написал для этой программы несколько больших модулей, осуществляющих подготовку и преобразование многогрупповых констант. Позднее провел большую работу по комплексной отладке программы, по выполнению серии необходимых методических расчетов, по проведению пробных производственных расчетов, по сдаче программы и передачи ее в опытную эксплуатацию.



В рабочем кабинете. 1980-е гг.

В 1976 г. программный комплекс был создан и вскоре принят в опытную эксплуатацию. Теперь Р. М. Шагалиев по квалификации и результатам работы фактически заслуживал избрания на должность старшего научного сотрудника, что и произошло в 1977 г.

Работая далее в интересах повышения эффективности программы ТУ-201-СИГМА, Рашит Мирзагалиевич предложил исследовать возможность создания для СИГМЫ двумерной программы теплопроводности на основе метода конечных элементов. На этом пути им был развит новый оригинальный метод, который стал первым крупным научным результатом в творческой биографии Р. М. Шагалиева. Затем, при непосредственном участии Р. М. Шагалиева, были созданы три программы (ТУРЭК-1, ТУРЭК-2, ТУРЭК-3) численного решения уравнения теплопроводности в комплексе СИГМА, что существенно повысило точность двумерных расчетов. Как итог, были получены интересные научные и практические результаты по построению и исследованию конечно-разностного метода с расширенным шаблоном для численного решения двумерного кинетического уравнения на сложных регулярных неортогональных пространственных сетках. Важной особенностью этого метода являлось обеспечение сходимости со вторым порядком точности в общем случае, когда сетка состоит из произвольных выпуклых многоугольников. Ряд полученных результатов оказались новыми, и в 1984 г. на основе выполненных работ Р. М. Шагалиевым была защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук.

С декабря 1986 г. Рашит Мирзагалиевич возглавил научно-исследовательский отдел математического отделения ВНИИЭФ и руководил им

практически 13 лет – до ноября 1999 г. За период работы в качестве начальника отдела он проявил себя как способный организатор, сумевший сконцентрировать различные научные направления на решение важных задач. Особое внимание он уделил развитию существующих и созданию новых методик и программ, ориентированных на существенное расширение классов задач, рассчитываемых по тематике отдела. В результате, в конце 1980-х – начале 1990-х гг. в отделе эксплуатировалось до 30 одномерных и двумерных программ, постоянно в большом объеме велся производственный счет по основной тематике института. Отдел неоднократно занимал призовые места в социалистическом соревновании по итогам работы за квартал, за год.

Несмотря на большую занятость производственным счетом, Р. М. Шагалиев непрерывно повышал свою научную квалификацию. Он стал одним из основных авторов и научных руководителей работ по комплексу «САТУРН», предназначенному для численного решения двумерных и трехмерных задач переноса частиц и энергии (нейтронов, спектрального рентгеновского излучения, электронов, ионов и т. п.) в различных физико-математических приближениях на регулярных и нерегулярных пространственных сетках. Комплекс «САТУРН» позволил в дальнейшем проводить расчеты вышеуказанных задач на ЭВМ различной архитектуры.

Тогда же Р. М. Шагалиев уделял значительное внимание вопросам математического моделирования процессов, протекающих в ядерных энергетических установках (ЯЭУ) при номинальных и аварийных режимах их работы. Им были предложены эффективные методы численного решения трехмерных многогрупповых задач диффузии нейтронов в сложных гетерогенных системах, разработан новый метод ускорения сходимости итераций для многомерного кинетического и трехмерного уравнения диффузии нейтронов.

За цикл теоретических работ по созданию методов и комплексов программ численного решения многомерных задач переноса и энерговыделения Р. М. Шагалиев был удостоен Государственной премии СССР за 1991 г.

Полученные Рашитом Мирзагалиевичем важные научные и практические результаты (по конструированию и исследованию сеточных методов решения двумерных и трехмерных задач переноса спектрального рентгеновского излучения в кинетическом и диффузионном многогрупповом приближениях; по построению эко-



В рабочем кабинете. 2000-е гг.

номичных алгоритмов решения сеточных уравнений переноса на ЭВМ различной архитектуры; по решению важных классов прикладных задач) были представлены в рамках успешно защищенной в 1992 г. диссертации на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук.

В 1996 г. Р. М. Шагалиев был удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации».

С ноября 1999 г. и до августа 2002 г. Рашит Мирзагалиевич занимал должности сначала первого заместителя директора ИТМФ по науке, а затем первого заместителя директора ИТМФ по вопросам математического моделирования и вычислительных систем. Фактически в тот момент, вместе со своим учителем и наставником И. Д. Софроновым, готовился к принятию от него руководства математическим отделением.

В 2002 г. Р. М. Шагалиев, в полной мере изучивший проблемы основополагающих направлений деятельности математического отделения, с августа приступил к работе в качестве первого заместителя директора Института теоретической и математической физики РФЯЦ-ВНИИЭФ по вопросам математического моделирования – начальника математического отделения ИТМФ РФЯЦ-ВНИИЭФ Федерального агентства по атомной энергии. В этом же году Р. М. Шагалиев стал лауреатом премии Правительства РФ в области науки и техники.

Важнейшими результатами, полученными математическим отделением под руководством Р. М. Шагалиева в начале 2000-х гг., явились разработка и создание вычислительных систем с массовым параллелизмом и рекордной производительностью на основе принципиально новой гибридной архитектуры. В этот период были выполнены работы по объединению разработанных высокопроизводительных многопроцессорных



Визит в РФЯЦ-ВНИИЭФ Президента РФ

ЭВМ в единый суперкомпьютерный Неоднородный вычислительный комплекс (суперкомпьютерный НВК). В 2003 г. была создана сеть для связи рабочих станций индивидуального пользования с НВК. Также были проведены работы по развитию программно-аппаратного параллельного комплекса для решения задачи визуализации и анализа огромных наборов данных, являющихся результатами математического моделирования. При активном участии и под руководством Р. М. Шагалиева в математическом отделе был разработан и сдан в эксплуатацию ряд вычислительных систем с рекордными для России техническими характеристиками.

С учетом все возрастающих возможностей вычислительной техники в первое десятилетие 2000-х гг. серьезное значение уделялось разработке эффективных алгоритмов распараллеливания математических методик и созданию на их основе многомерных программных комплексов для проведения расчетов с высокой эффективностью на сотнях и тысячах ядер. Эти комплексы программ широко использовались и используются в расчетно-теоретических работах по совершенствованию оружия сдерживания, поддержанию его надежности и безопасности.

В это время были созданы уникальные методики, в которых реализованы новые физико-математические модели и эффективные алгоритмы распараллеливания, например, методика О. А. Винокурова, В. В. Змушко, В. И. Делова для решения в параллельном режиме двумерных и трехмерных задач газовой динамики на регулярных сетках с учетом большого числа физических процессов; методика С. И. Скрышника, Б. Л. Воронина, А. Н. Быкова для расчета пространственных (одно-, двух- и трехмерных)

движений многокомпонентных теплопроводных сред в эйлерово-лагранжевых координатах; методики С. С. Соколова и О. В. Бутнева для расчета двумерных и трехмерных задач газодинамики, теплопроводности, детонации и упругопластичности на неструктурированных сетках; методика С. М. Бахраха и В. Ф. Спиридонова для решения двумерных и трехмерных задач газовой динамики, с учетом процессов детонации и упругопластичности в многокомпонентных сплошных средах; методика Ю. Н. Дерюгина для решения на неструктурированных и структурированных адаптивных эйлеровых сетках трехмерных задач газовой динамики с выделением особенностей решения (ударные и детонационные волны, контактные разрывы, фронты горения и т. д.); методика Ю. В. Янилкина для решения задач пробивания преград, соударения, прочности конструкций, турбулентного перемешивания; методика Р. М. Шагалиева, И. М. Белякова для расчетов двумерных и трехмерных нестационарных задач переноса нейтронов с учетом кинетики нейтронно-ядерного взаимодействия, нестационарных нелинейных задач переноса энергии излучением, электронами, ионами с учетом неравновесности процессов взаимодействия между излучением и средой; методика А. К. Житника, Е. Н. Донского, С. П. Огнева, Н. В. Иванова для решения в параллельном режиме методом Монте-Карло систем связанных линейных уравнений переноса нейтронов, гамма-квантов, электронов и позитронов.

Несомненно, сокращению сроков создания этих методик способствовало тесное взаимодействие Р. М. Шагалиева и специалистов математического отделения со специалистами теоретических подразделений ИТМФ, у которых прово-

димые в математическом отделении работы по развитию методик и созданию программных комплексов всегда находили активную поддержку.

Важно отметить, что помимо выполнения производственных заданий математического обеспечения работ по основной тематике, во втором десятилетии XXI в. Р. М. Шагалиев совместно с руководством ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ГК «Росатом» приложил много сил к продвижению на государственный уровень политики развития суперкомпьютерных технологий в нашей стране. Существенным результатом этих усилий стало принятие к реализации проекта «Развитие суперкомпьютеров и грид-технологий», направленного на развитие в период 2010–2012 гг. отечественных суперкомпьютерных технологий (СКТ) и их внедрение в работы предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности РФ в целях создания конкурентоспособной отечественной наукоемкой продукции. Главным исполнителем проекта был утвержден ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ».

Можно смело утверждать, что с момента принятия вышеуказанного проекта проблема развития и внедрения СКТ в нашей стране стала официально рассматриваться на самом высоком государственном уровне как одна из важнейших проблем создания основного «технологического оружия» в перспективе борьбы за конкурентоспособность отечественных промышленных разработок на мировом рынке.

Работа над проектом была организована в широкой кооперации, объединившей более 40 исполнителей в лице ведущих предприятий атомной энергетики, авиастроения, автомобилестроения, ракетно-космической отрасли, организаций Российской академии наук, Министерства образования и науки, коммерческих ИТ-компаний. Со стороны РФЯЦ-ВНИИЭФ руководителями выступили В. Е. Костюков, Р. М. Шагалиев и В. П. Соловьев.

Все работы, запланированные на 2010–2012 гг. картой проекта, были выполнены в полном объеме.

С наступлением 2-го десятилетия XXI в. Р. М. Шагалиев направил свои усилия на развитие вычислительного центра РФЯЦ-ВНИИЭФ. Производительность создававшихся на предприятии супер-ЭВМ продолжала расти. В результате вычислительный центр, в котором разрабатывались и эксплуатировались современные многопроцессорные вычислительные системы, вышел по совокупной вычислительной мощности на передовые позиции в нашей стране.

Со второго десятилетия XXI в. в математическом отделении активизировались работы по развитию математических методов и созданию на их базе программных комплексов, предназначенных для широкого применения не только в рамках основной деятельности РФЯЦ-ВНИИЭФ, но и в работах предприятий высокотехнологичных отраслей гражданского сектора экономики.

К заслугам руководства ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», в том числе и Р. М. Шагалиева, можно отнести тот факт, что поддержке по развитию и внедрению технологий высокопроизводительных вычислений в нашей стране стало уделяться большое внимание на государственном уровне. С 2017 г. «Технологии высокопроизводительных вычислений, включая суперкомпьютерные технологии», были выделены в приоритетное направление, целью которого является повышение конкурентоспособности отечественной высокотехнологичной продукции, и прежде всего ОПК, а также обеспечение информационной безопасности в данной области.

В рамках этого направления под руководством Р. М. Шагалиева была развернута работа по созданию отечественного пользовательского флагманского цифрового многомодульного продукта инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования «Логос». На сегодняшний день инженерной и научной общественности РФ представлены уже пять программных модулей. В настоящее время указанные модули востребованы для решения разного рода задач.

Р. М. Шагалиев, приняв в 2002 г. математическое отделение от своего учителя И. Д. Софронова с уже развитыми элементами математического института, сумел за 20-летний период руководства продвинуть их на новый уровень. С 2012 г. он возглавляет программный комитет проводимых раз в два года конференций «Су-



Выступление Р. М. Шагалиева с докладом на конференции «Супервычисления и математическое моделирование»



В. П. Соловьев и Р. М. Шагалиев с Ольгой (дочерью И. Д. Софронова) у здания ВЦ математического отделения в день открытия здесь памятной таблички об И. Д. Софронове и музейной комнаты его имени

первычисления и математическое моделирование», получивших широкое Всероссийское признание. Вместе с тем, Рашит Мирзагалиевич в 2008 г. принял от И. Д. Софронова и возглавил кафедру прикладной математики НИЯУ МИФИ «СарФТИ», где он ведет преподавательскую работу в должности профессора и готовит новые молодые кадры для своего отделения.

Кроме того, сегодня Р. М. Шагалиев является главным редактором печатного органа отделения – серии «Математическое моделирование физических процессов» журнала «Вопросы атомной науки и техники». Он остается также и лидером математической научной школы отделения «Численное моделирование процессов физики высоких плотностей энергии, разработка математических программ и многопроцессорных ЭВМ нового поколения». Из числа сотрудников отделения, работающих в контуре этой школы, за последние 20 лет 5 специалистов защитили докторские диссертации, а 52 специалиста защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Подводя итоги, важно отметить, что в настоящий момент Р. М. Шагалиев является не только ведущим специалистом в области прикладной математики, математического моделирования на ЭВМ физических процессов и в области современных информационных технологий. Он также – крупный руководитель, возглавляющий и успешно организующий работу математического отделения ИТМФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, которое, по сути, является крупнейшим в России математическим институтом.

Список научных достижений Р. М. Шагалиева весьма внушителен, он является автором:

– математических методик численного решения нестационарных задач переноса нейтронов и кинетики нейтронно-ядерного взаимодействия в движущейся среде в двумерном и трехмерном многогрупповом кинетическом приближении;

– математических методик численного решения нестационарных нелинейных двумерных задач переноса спектрального рентгеновского излучения, электронов и ионов в движущейся среде в многогрупповом диффузионном и кинетическом приближениях;

– семейства конечно-разностных схем, аппроксимирующих на существенно неортогональных, сильно меняющихся во времени пространственных сетках: двумерных и трехмерных кинетических уравнений и двумерных и трехмерных уравнений диффузионного типа (лучистой теплопроводности, диффузии нейтронов, электронов, ионов);

– эффективных итерационных методов решения нелинейных систем сеточных уравнений большой размерности;

– эффективных методов распараллеливания двумерных и трехмерных задач переноса частиц и энергии, решаемых в кинетическом и диффузионном приближениях на многопроцессорных ЭВМ различной архитектуры.

Математические методики, созданные под руководством Р. М. Шагалиева и при его непосредственном участии, входят в число основных компонентов расчетной технологии, развитой в математическом отделении ИТМФ, и широко используются в расчетно-теоретических работах РФЯЦ-ВНИИЭФ по совершенствованию изделий и исследованию их характеристик.

2 июня 2022 г. общее собрание членов РАН в соответствии с пунктом 53 устава РАН избрала Рашита Мирзагалиевича Шагалиева (заместителя директора РФЯЦ-ВНИИЭФ по приоритетному технологическому направлению, заместителя научного руководителя РФЯЦ-ВНИИЭФ, первого заместителя директора ИТМФ – начальника математического отделения ИТМФ, доктора физико-математических наук, заслуженного деятеля науки РФ, лауреата Государственной премии СССР и премии Правительства РФ, кавалера орденов Почета и «За военные заслуги») членом-корреспондентом РАН по Отделению нанотехнологий и информационных технологий РАН.

ЕГОРШИН Сергей Павлович –
старший научный сотрудник ИТМФ РФЯЦ-ВНИИЭФ