



# **ФИЗТЕХ**

**ВОЛНЫ  
ЖИВОЙ  
ИСТОРИИ**

Физтех, волны живой истории / под ред. В.Ю. Иванова – Екатеринбург: издательство УрФУ, 2019. – 262 с.

Издание посвящено 70-летию юбилею Физико-технологического института (Физтеха) Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. В издание включены статьи об истории, современном состоянии и перспективах развития Физтеха и его кафедр.

УДК 378  
ББК 74.58

Авторский коллектив: Алексеев Н.Н., Анцыгин И.Н., Бажуков С.И., Байтимиров Д.Р., Вайнштейн И.А., Волобуев П.В., Воронина А.В., Вохминцев А.С., Гатаулин И.К., Гольдштейн С.Л., Гроховский В.И., Гусев А.И., Денисов Е.И., Жданов И.М., Зафиров Е.А., Звонарев С.В., Иванов В.Ю., Игнатьев О.В., Кайгородов А.С., Кашин И.В., Кокин А.А., Кокорин А.Ф., Кружалов А.В., Лебедев В.А., Лисиенко Д.Г., Мясникова Д.В., Пастухович А.Ю., Патраков Э.В., Петров В.Л., Пупышев А.А., Пушкина Л.Н., Разикова Н.И., Рудницкая Т.Г., Рычков В.Н., Сапунов В.А., Семенкин В.А., Слесарев А.И., Токманцев В.И., Храмушина Ж.А., Чолах С.О., Шульгин Б.В., Шульгин Д.Б.



# 70



Позади очередные пять лет славной истории Физико-технологического института (физико-технического факультета) Уральского федерального университета. В канун 70-летнего юбилея время подвести итоги и взглянуть в будущее.

Прошедшие годы доказали, что стратегия развития института, разработанная под руководством его первого директора В.Н. Рычкова и одобренная Попечительским советом ФТИ, оказалась устойчивой и эффективной. Наряду с традиционными для учебно-научного подразделения задачами стратегического планирования – модернизацией образовательной деятельности, обеспечением высокого уровня научных исследований, развитием инновационной культуры и механизмов трансфера технологий, расширением международных связей, развитием кадрового потенциала – и ранее в той или иной мере решаемыми в рамках факультета, удалось создать систему управления и финансово-экономической деятельности, способную не только гарантировать жизнеспособность и самостоятельность ФТИ, но и стимулировать новое качество решения традиционных задач. В рейтинге институтов Уральского федерального университета ФТИ неизменно занимает лидирующие позиции по финансово-экономическому положению, при оценке которого учитывается экономическая производительность научно-педагогических работников, их уровень среднемесячных доходов, объемы внутренних инвестиций в развитие подразделения, внешние привлеченные средства и доля внебюджетных поступлений. За пять лет из собственных средств выполнен ремонт основных помещений аудиторного фонда и коридоров физтеха, обновлен парк учебного и научного оборудования. Сформированный согласно решению Попечительского совета ФТИ в канун 65-летнего юбилея института целевой капитал «Физтех» в составе Фонда по формированию целевого капитала на развитие УрФУ на начало 2019 г. аккумулировал уже более 6 млн рублей пожертвований, а доход от управления этими средствами за 2017 и 2018 годы составил более 1 млн рублей. Большая часть этого дохода направлена на развитие института.

Внешние вызовы минувшего пятилетия определялись участием УрФУ в программе повышения конкурентоспособности отечественных вузов. Обязательства университета по заявленным

показателям программы предусматривали существенный рост качества научных исследований и научных публикаций в ведущих мировых изданиях, значительное увеличение привлеченного финансирования на выполнение НИР и НИОКР, интернационализацию научно-образовательного процесса, повышение академической репутации и репутации у работодателей, выполнение жестких требований по соотношению числа преподавателей и студентов. Своевременная ориентация физтеха на современный технологический уклад, основой которого являются нано-, био-, информационные и когнитивные (НБИК) технологии, традиционно высокая культура фундаментальных и прикладных исследований, их направленность на реальный сектор экономики обусловили лидерство ФТИ по числу высоко цитируемых научных публикаций и объемам привлеченного финансирования в расчете на одного научно-педагогического работника. Результаты научных изысканий физтеха признаны в академической среде, а технологические разработки ФТИ пользуются спросом в различных отраслях экономики. Закрытость ряда образовательных программ и работ сдерживает рост интернационализации научно-образовательного процесса, и в то же время сегодня на ФТИ обучается 117 иностранных студентов и аспирантов, трудится 8 инженеров-исследователей из-за рубежа, появился опыт работы по программе пост докторантуры университета. Требования по соотношению числа студентов и преподавателей привели к существенному сокращению числа преподавательских ставок. Следствием стала модернизация образовательных программ, перевод ряда общих дисциплин на дистанционный метод освоения.

Реформа образовательной инфраструктуры университета, предусматривающая концентрацию образовательных программ по одному направлению только в одном из институтов вуза, внутренние тенденции, направленные на увеличение эффективности работы кафедр, за последние пять лет существенно изменили образовательный ландшафт ФТИ. Кафедра иностранных языков сегодня продолжает работать в составе Уральского гуманитарного института, кафедры инноватики и интеллектуальной собственности были объединены, а позже в состав объединенной кафедры вошла и кафедра социальной безопасности, сотрудники кафедры вычислительной

техники дополнили состав кафедры технической физики. Сегодня на физтехе 10 выпускающих и 2 базовых кафедры, созданные в коллаборации с АО «Институт реакторных материалов» и Институтом электрофизики УрО РАН, ведут подготовку по 11 программам бакалавриата, 16 программам магистратуры, 4 программам специалитета, 4 направлениям аспирантуры. Несмотря на произошедшие изменения, в настоящем издании уделено внимание страницам истории всех кафедр, оставивших свой неповторимый след в славной истории института.

Впервые проведенная в год 65-летия ФТИ Международная молодежная научная конференция «Физика. Технологии. Инновации» нынче состоится уже в шестой раз. Конференция является зеркалом фирменного физтеховского стиля обучения, неотъемлемой составной частью которого продолжает оставаться самостоятельная научно-исследовательская работа студентов с младших курсов обучения.

Особая гордость физтеха – внеучебная и воспитательная работа – остается на недосягаемо высоком уровне, а спектру молодежных мероприятий, проводимых студенческим активом ФТИ, по-хорошему завидует молодежь из других институтов университета. Объединенными усилиями профессорско-преподавательского коллектива и молодежного студенческого актива практически с момента создания физтеха сформирована и поддерживается атмосфера второго родного дома.

Уверен – основателям, первым преподавателям и первым выпускникам физтеха, заложившим долготный фундамент его традиций, не пришлось бы краснеть за день сегодняшний. Успех завтрашнего дня зависит от правильного определения векторов развития института в рамках исследовательского университета:

1. Научные исследования по актуальным тематикам, в том числе на стыке наук. Развитие парка лабораторного оборудования, способного поддержать качество научных исследований на конкурентном уровне.
2. Создание инвестиционно-привлекательных технологий для ядерной и других отраслей.
3. Разработка конкурентоспособных образовательных программ магистратуры, привлекательных на отечественном и зарубежном рынках образования. Сохранение устойчивых позиций в ядерном образовании России. Партнерство с ГК «Росатом» в реализации «экспорта ядерного образования».
4. Развитие структуры управления и кадрового потенциала института.

У Физико-технологического института есть все предпосылки для успешного решения этих непростых задач. С Юбилеем!

И.о. директора ФТИ

В.Ю. Иванов



Кафедра

**РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ  
И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

## Начало начал...

*В.Н. Рычков*

Очень трудные послевоенные годы заставляли всех без исключения жить скромно, надеясь своим трудом как-то улучшить положение страны, облегчить тяжкое бремя расходов на восстановление народного хозяйства и на гонку вооружений во все обостряющейся холодной войне. В создавшейся ситуации стало необходимо создание мощной атомной промышленности. Возникла важнейшая государственная задача – обеспечить новую отрасль специалистами. Решение этой задачи было поручено вновь создаваемым: Московскому инженерно-физическому институту и факультетам в Московском химико-технологическом, Ленинградском технологическом, Томском политехническом и Уральском политехническом институтах. 28 мая 1949 г. директором УПИ им. С.М. Кирова А.С. Качко был издан приказ об открытии инженерного физико-химического факультета (осенью того же года он был переименован в физико-технический).

Долгое время развитие кафедр, их научно-исследовательских работ, создание научных направлений и школ сильно сдерживалось отсутствием остро необходимых помещений и их оснащения. Скромные лаборатории ютились во временно арендованных помещениях химфака, цветметфака и энергофака, то есть в третьем, четвертом и главном учебных корпусах. Только в апреле 1956 г. физтех обрел свой 5-й учебный корпус. Кафедры радостно въезжали в новые, пусть и не совсем достроенные, с обширными списками недоделок, но казавшиеся в то время очень просторными помещения. Начался новый период жизни факультета – период интенсивного освоения нового здания, его центральной и Г-образной части. Т-образная часть, строительство которой было начато значительно позже основного здания, продолжала с большими затруднениями строиться и оснащаться ускорителями.

Сразу с 1958 г., после вселения физтехов в собственное здание и первоначального оборудования лабораторий, были созданы необходимые условия для развития научных работ и привлечения к их выполнению студентов. Эффективность участия студентов в научных изысканиях оказалась настолько высока, что и по сию пору система

обязательного участия обучающихся на физтехе в научно-исследовательской работе является не только неотъемлемой частью образовательного процесса, но и «фирменным стилем» физтеховского образования.

Обращаясь к истории создания физтеха ясно видишь, насколько грамотными, продуманными и дальновидными были действия людей, стоявших в то время у истоков. Понятно, что в первую очередь необходимо было организовать подготовку кадров для первичных переделов всего атомного цикла. Производство урана, тория, редких металлов требовало инженеров-технологов химико-металлургического профиля, обладающих обширными фундаментальными данными. Это определило тот факт, что первыми из химических в мае 1949 г. были созданы базовые кафедры:

- физико-химических методов анализа (ФХМА);
- химии и технологии редких элементов (ХТРЭ), включавшую в себя лабораторию радиохимии.

Это позволило облегчить создание выпускающих кафедр за счет уменьшения работы по вспомогательным дисциплинам. Открытие выпускающих кафедр было актуальнейшей задачей и летом 1949 г. были открыты две кафедры:

- № 41 – для подготовки инженеров-технологов первичного цикла производства урана, тория, вспомогательных материалов ядерной техники: лития, бериллия, кальция, циркония, ниобия и других редких металлов, их сплавов и соединений;
- № 43 – для подготовки инженеров-технологов радиохимических производств – специалистов вторичного ядерно-топливного цикла производства плутония, регенерации урана и выделения радионуклидов деления.

Заведовать созданными кафедрами пригласили авторитетных ученых. Кафедру № 41 возглавила (по совместительству) зав. лабораторией редких элементов Института химии и металлургии Уральского филиала АН СССР, д.т.н., профессор, депутат Верховного Совета РСФСР Анна Кирилловна Шарова. Профессорами кафедры (также по совместительству) стали председатель президиума УФАИ СССР, д.т.н., профессор Николай Васильевич Деменев и

зав. лабораторией термических процессов Уральского научно-исследовательского института химии (УНИХИМа), д.т.н., профессор Арон Семенович Микулинский. Доцентом кафедры стала к.т.н. Мария Григорьевна Владимирова. Ассистентами были приняты Мария Федоровна Антонова и Федор Николаевич Утробин. Три профессора на одной кафедре по тем временам можно было считать малодоступной роскошью!

Заведующим кафедрой № 43 был назначен имеющий опыт работы на радиевом заводе профессор Яков Ефимович Вильнянский, который по совместительству оставался зав. кафедрой технологии неорганических веществ на химико-технологическом факультете. С кафедры общей химии был переведен хороший педагог старший преподаватель Анатолий Иванович Жуков, вскоре ставший доцентом. Также с химфака перешел на кафедру многоопытный старший лаборант Александр Григорьевич Лебедев.

Столь незначительным составом созданные кафедры приступили к учебному процессу. Ситуация усугублялась тем фактом, что к занятиям в сентябре 1949 г. приступили все курсы, сформированные летом этого года. Нелегкие им пришлось решать задачи. Не было нужной литературы, справочных данных и учебных пособий. Все надо было начинать самим. Спешно создавались иллюстрационные материалы. Спешно создавались и оригинальные установки для выполнения студентами лабораторных работ и научных исследований.

Именно на кафедрах химического направления зародилась традиция выполнять выпускные работы в виде законченных научных исследований, а не проектов, как это было принято в УПИ. Уже в 1952 г. студенты кафедры были награждены почетными грамотами и подарками за интересные результаты своих опытов. В дальнейшем система НИРС активно развивалась. Следует отметить, что научные исследования, проведенные в стенах кафедры, зачастую становились предметом научной работы на долгие годы. Так, студент А.А. Фотиев впервые на кафедре доложил результаты исследований процесса восстановления оксидов вольфрама. Оксидные системы стали предметом его солидных исследований на всю оставшуюся жизнь. Навыки, приобретенные студентами кафедры при выполнении научных исследований, явились базой для их дальнейших успехов. Студенты

первого полноценного набора Ю.А. Корейшо, Ю.В. Кузнецов изучали процесс электролитического восстановления урана. В последующем оба они стали директорами Прикаспийского горно-химического комбината. А Юрий Владимирович стал Героем Социалистического Труда.

После ввода в эксплуатацию нового учебного корпуса физтеха, оснащения лабораторий новым оборудованием, система НИРС получила новое развитие. Это внесло в учебный процесс существенные изменения, позволило отказаться от обычной системы выполнения отдельных лабораторных работ по большей части разделов специальных курсов. Была внедрена система обязательного участия в госбюджетных и договорных НИР с индивидуальным сквозным заданием на 4, 5, 6 курсы, заканчивавшегося исследовательской дипломной работой. Новаторский подход к организации учебного процесса позволял студентам глубже и прочнее усваивать основы технологических процессов.

Такая хорошо обоснованная кафедрой система, как никакая другая, воспитывает творчески мыслящих специалистов, приобщает их к этике работы в небольшом коллективе профессор (доцент)–научный сотрудник–аспирант–студент, приучает к ответственности за качество и сроки выполнения работы. Она очень быстро начала давать выдающиеся результаты: появились публикации в журналах, доклады на совещаниях и конференциях, заявки на изобретения, полноправными авторами которых были студенты.

В конце декабря 1950 г. состоялся первый выпуск специалистов, подготовленных химическими кафедрами: 28 инженеров-технологов (18 человек выпускники кафедры № 41 и 10 – кафедры № 43). Это было важным и ярким событием не только в масштабе факультета, но и всего института. Выпускники кафедр № 41 и № 43, за исключением пятерых оставленных в УПИ и двоих в Институте химии и металлургии УФАН СССР, были направлены в Москву, в распоряжение Первого Главного Управления при Совмине СССР, где получили путевки на предприятия.

Первый выпуск инженеров ФТИ был важным и ярким событием. Когда появился физтех, у студентов, принятых на выпускной курс «химических» кафедр, был разный возраст (от 21 до 31 года), и различные судьбы. Однако за полтора года, которые будущие

первые специалисты вместе доучивались, сделали их настоящими друзьями на всю оставшуюся жизнь.

Что было общего, объединившего таких разных людей в слаженный коллектив? Все они – участники Великой Отечественной войны. Среди первых выпускников было 8 участников боев и 20 тружеников тыла. Все дорого заплатили за великую Победу. У всех были самые серьезные намерения – получить настоящее образование и найти свое место в интенсивно развивающейся атомной промышленности. Благодаря талантливым учителям и наставникам первые выпускники физтеха долгие десятилетия трудились на производстве, в образовании и в науке. Почти все достигли высоких должностей, степеней и званий.

Поле деятельности физтехов все время расширяется, открываются новые горизонты и направления в науке и технике, а человеческая жизнь, к сожалению, удивительно коротка. Сегодня, почти через 69 лет, из первого выпуска среди нас остались уже немногие. Самому молодому из первенцев нашего физтеха сейчас 91, а самому старшему было бы уже за сто. Время скоротечно, и в повседневной суете, заботах и вечных неотложных делах можно забыть о самом главном. Давайте же, как и наши первенцы, сколь это возможно,

целеустремленно добиваться желаемых результатов, не теряя драгоценного времени. Бережно хранить дружеские связи со студенческих лет. Пусть, как и у них, живут до конца коллективы студенческих групп, внимание к судьбам однокашников, готовность помочь друг другу в любых коллизиях.

Важнейшей задачей молодого факультета и вновь созданных кафедр была подготовка собственных кадров для обеспечения учебного и научно-исследовательского процессов. Для этого в 1951 г. на кафедрах № 41 и № 43 была открыта аспирантура. Из 28 выпускников 1950 г. в институте было оставлено 5 человек, из 58 выпускников 1951 г. – 9, из 83 выпускников 1952 г. – 13. Следует отметить, что с самого начала деятельности физтеха и химических кафедр они стали кузницей кадров для институтов Академии наук и различных учебных заведений. Первые выпускники Ю.Н. Краснов и Г.П. Швейкин были направлены в УФАН СССР, а выпускники 1952 г. (третий выпуск) направлены для укрепления преподавательского состава физико-технического факультета Томского политехнического института.

Через несколько лет аспирантура стала пополняться и теми, кто возвращался на факультет, поработав какое-то время на производстве.



Первый выпуск кафедры

Важной особенностью первых лет работы кафедр было то, что выпускники, оставленные для работы, в кратчайшие сроки готовили сложнейшие курсы и начинали читать их студентам практически своего возраста. Необычайной трудоспособности и быстрой адаптации к роли лектора потребовалось от И.С. Пехташева, В.С. Пахолкова, А.К. Штольца, выпускников первых выпусков, которые через 2–3 месяца после окончания института приступили к чтению лекций.

В 1956 г. кафедры №41 и №43, вследствие близости их профиля и учебных планов, были объединены в одну – № 43. В последующем кафедра несколько раз меняла свое название – металлургии редких металлов (МРМ), редких металлов (РМ с 1979 г.), редких металлов и наноматериалов (РМиН с 2006 г.).

Следует отметить, что с 1950 по 1963 г. химико-технологические кафедры факультета окончили 73 ветерана боев Великой Отечественной войны. Среди них Герой Советского Союза Б.Г. Рассохин (выпуск 1955 г.). Многие из них стали кандидатами, а 7 – докторами наук, подготовившими в свою очередь большое количество кандидатов и докторов наук.

В 1966–1990 гг. существовала хорошая традиция – присуждать за ценные творческие достижения «Почетный диплом инженера-исследователя». За 25 лет такого диплома были удостоены 119 человек. Это, безусловно, талантливые выпускники. Многие из них были склонны связать свою судьбу с производством и стали очень толковыми инженерами-технологами, но многие выбрали местом своей работы вузы, академические, отраслевые институты и заводские научно-исследовательские лаборатории. Сейчас среди этих 119 обладателей «Почетного диплома инженера-исследователя» 45 кандидатов и 7 докторов наук.

Уже в самом начале работы кафедр пришло понимание того, что эффективная подготовка высококвалифицированных кадров невозможна без собственных научных изысканий. Поэтому уже в начале пятидесятых годов на кафедрах стали складываться коллективы, которые впоследствии сформировались в три научных направления, которые действуют по настоящее время.

В 1952 г. заведующим кафедрой № 43 стал доцент Василий Григорьевич Власов, который перешел

на физтех с кафедры теории металлургических процессов. Он сначала читал для студентов физтеха курс физической химии (традиция чтения этого курса кафедрой теории металлургических процессов сохранялась почти 60 лет). Создал на кафедре научную школу изучения процессов окисления и восстановления оксидов урана. Впоследствии круг интересов школы существенно расширился. В настоящее время – это разработка фундаментальных основ создания новых конструкционных материалов, сохраняющих функциональную работоспособность в самых экстремальных условиях. В 1966 г. В.Г. Власов защитил первую на кафедре докторскую диссертацию, стал профессором. Созданную им школу в дальнейшем возглавил и развил Аскольд Рафаилович Бекетов. Он руководил кафедрой в течение 20 лет с 1992 по 2012 г.

Первые выпускники и первые аспиранты кафедры Сергей Павлович Распопин и Иван Федорович Ничков под руководством профессора Михаила Владимировича Смирнова своими работами заложили научное направление, связанное с разработкой основ пирохимических процессов в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов. В настоящее время значительный объем работ направления связан с переработкой отработанного ядерного топлива пирохимическими методами. Большое внимание в рамках направления во все времена уделялось жидкосолевым ядерным реакторам. С.П. Распопин с 1962 по 1992 г. руководил кафедрой. За это время он защитил докторскую диссертацию «Солевые расплавы в технике ядерных реакторов», стал профессором, заслуженным деятелем науки и техники РСФСР.

Выпускник 1951 г. Виктор Сергеевич Пахолков всю свою жизнь посвятил разработке гидрометаллургических технологий получения редких, рассеянных, редкоземельных и радиоактивных элементов. Работая на кафедре, он защитил кандидатскую и докторскую диссертации, воспитал целую плеяду талантливых учеников, которые продолжили заложенные им традиции как на кафедре, так и в других подразделениях и организациях. Один из его учеников, Владимир Николаевич Рычков, с 2012 г. возглавляет кафедру. Гидрометаллургическое направление, так же как и два предыдущих, активно развивается. Разработанные группой технологии внедрены в производство с высокими

экономическими эффектами. В последнее время реализован ряд проектов, позволивших привлечь в университет значительные средства.

Сегодня кафедра редких металлов и наноматериалов является одной из ведущих в университете.

## Электрохимия расплавов на физтехе

Основателем электрохимического направления на физтехе по праву считается профессор, д.х.н., лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР Михаил Владимирович Смирнов, ставший позднее директором Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН. В 1950 г. его пригласили работать на только что открывшийся физико-технический факультет. Самозабвенно преданный своей науке, учёный с мировым именем, он увлек заниматься ею и своих учеников, первых выпускников физтеха, участников Великой Отечественной войны Сергея Павловича Распопина и Ивана Фёдоровича Ничкова, ставших его аспирантами. Тематикой их диссертаций стало комплексное изучение поведения анодов из тесной смеси углерода с оксидом урана или циркония при электролизе хлоридных расплавов. Диссертации были успешно защищены ими в 1954 г. в НИИ-9. Первые публикации появились лишь в 1960 г.<sup>1</sup>

В 1962 г. С.П. Распопин стал заведующим кафедрой металлургии редких металлов, возглавил научное направление «Использование ионных и металлических расплавов, протекающих в этих средах процессов в технологии редких металлов и в ядерно-топливном цикле реакторов на быстрых нейтронах». В этом же году у С.П. Распопина и И.Ф. Ничкова появились первые аспиранты (Г.Н. Казанцев и В.А. Лебедев), создавшие в лаборатории Ф-117 (сейчас это Ф-133 и Ф-131) две экспериментальные установки для проведения исследований на современном уровне. Начала эффективно работать электрохимическая система «физтеха»: С.П. Распопин и И.Ф. Ничков – их ученики, кандидаты наук – аспиранты – соискатели – дипломники – студенты. На выходе этой системы – сотни

<sup>1</sup> Докл. АН СССР, 1960. № 3. С. 581; Известия ВУЗов. Цветная металлургия. 1960. № 3. С. 115.

Стратегию развития кафедра видит в подготовке специалистов для наукоемких высокотехнологичных производств, обладающих комплексом необходимых данных для того, чтобы преуспеть в условиях жесткой современной конкуренции.

*В.А. Лебедев*

инженеров, бакалавров и магистров. Большинство из них при защите дипломов имели публикации в рецензируемых изданиях, а некоторые, например, В.М. Серегин, В.Е. Назаров, В.В. Ефремов, В.А. Кадочников, В.М. Кузьминых, А.С. Казаков, Б.В. Карманов, О.К. Кокоулин, Г.Д. Корчинский и многие другие – по 3 и более научных работ. Около 160 выпускников этой системы стали кандидатами наук, а С.П. Распопин, И.Ф. Ничков, В.Н. Десятник, В.А. Лебедев, С.Л. Гольдштейн, В.Я. Кудяков, О.В. Скиба, А.В. Ковалевский, Б.Д. Васин, В.И. Кобер, Ю.П. Зайков, И.И. Трифонов, А.В. Волкович, Г.Б. Смирнов, К.И. Трифонов, Л.Ф. Ямщиков, С.Ф. Катывшев, О.И. Ребрин, В.А. Федоров, А.В. Ишутин, А.Б. Шубин – докторами наук. За каждым из них сотни публикаций, патентов и десятки учеников.

Филиалы физтеховской школы электрохимиков-расплавщиков появились в Научно-исследовательском институте атомных реакторов, г. Димитровград (О.В. Скиба, Г.Н. Казанцев, Л.Г. Бабилов), Новомосковском филиале химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева (А.В. Волкович), Вятском государственном университете, г. Киров (А.В. Ковалевский), Ковровской государственной технологической академии им. В.А. Дегтярева, г. Ковров (И.И. Трифонов, К.И. Трифонов).

Звание «Почетный профессор Уральского государственного технического университета» присвоено Сергею Павловичу Распопину в 1998 г., «Почетный профессор Уральского федерального университета» – Владимиру Александровичу Лебедеву в 2014 г.

Жизнь школы продолжается. Сегодня электрохимическое направление в Физико-технологическом институте представляют: доктора наук Б.Д. Васин, С.Л. Гольдштейн, Г.Б. Смирнов, Л.Ф. Ямщиков, О.И. Ребрин; кандидаты наук В.А. Иванов, В.А. Волкович, И.Б. Половов, А.В. Щетинский, А.В. Абрамов, Д.С. Мальцев, А.С. Мухаммадеев;

молодые, пока еще не остепененные исследователи: А.Б. Иванов, Е.А. Харина, Г.Л. Фофанов,

А.С. Дедюхин, В.В. Карпов, Р.В. Камалов, Д.И. Никитин, К.В. Максимцев, А.И. Петров, О.А. Тропин.



Доцент, к.т.н. В.А. Лебедев со своей научной группой

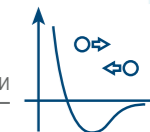


Профессор, д.т.н. Н.Ф. Ничков с учениками В.А. Лебедевым, А.В. Волковичем, Е.А. Повновым





Кафедра  
ТЕХНИЧЕСКОЙ  
(МОЛЕКУЛЯРНОЙ)  
ФИЗИКИ



## Кафедра технической (молекулярной) физики. Историю творят люди...

*Н.Н. Алексеенко, П.В. Волобуев*

Кафедра № 23, молекулярной физики, технической физики – первая физическая кафедра физтеха. В связи с возведением базовых производственных объектов Средмаша на Урале оказались востребованы специалисты, которых ранее не было. В их числе технологи по разделению изотопов урана и наработке плутония. Создавалась новая система высшего образования – синтез физико-математической и инженерно-технической подготовки в области высоких технологий.

Кафедра была создана в 1949 г. Определяющий вклад в ее становление внесли Уральский центр АН СССР, профильные НИИ и предприятия. Средмашу мы обязаны не только учебным корпусом и студенческим общежитием, но и изначальным техническим оснащением. Штатный научно-педагогический коллектив кафедры формировался преимущественно из ее выпускников. Личные качества и уровень квалификации организаторов и ветеранов кафедры определили эволюцию учебного процесса и формирование научных исследований в области физики агрегатных состояний вещества, явлений тепло-, массопереноса.

В дальнейшем кафедра сама стала донором. Многие сотрудники оказались ведущими специалистами и руководителями ряда других образовательных структур и институтов УРО РАН. Это привело к определенным кадровым потерям, но и явилось свидетельством ее научного потенциала, который сложился за прошедшие годы. Такое стало возможным в условиях творческой

самостоятельности. Совершенствовались, причем принципиально, технология разделительного производства, ядерно-энергетические установки. Соответственно оперативно изменялись учебные планы, которые почти постоянно были переходными. Востребованными оказывались новые дисциплины, а вместе с ними усложнялись квалификационные требования к научно-педагогическим сотрудникам кафедры.

Со временем знаковые события прошлого и личности, участвовавшие в них, уходят из памяти. К 70-летию кафедры мы попытались в лицах восстановить прошедшее время, представить наших ветеранов – педагогов и исследователей. Их деятельность не могла быть успешной без труда многих других наших специалистов своего дела, таких как:

- учебных мастеров, ветерана войны Михаила Трофимовича Коновалова и ветерана труда Юрия Александровича Ноговицина;
- заведующих лабораторией, Бориса Геннадиевича Мухачева и Галины Петровны Меньшиковой;
- делопроизводителей, Екатерины Федоровны Рассохиной и Анастасии Константиновны Шилиевой;
- инженеров, Анатолия Ивановича Власова и Ивана Александровича Королева.

Неоценимый вклад в результаты работы кафедры внесли ее аспиранты, которые после защиты диссертаций перешли на работу в другие организации, а также студенты многих поколений, участвовавшие в учебно-исследовательской работе.

### Становление физических кафедр физтеха как научно-образовательной системы в рамках Атомного проекта СССР

#### Сергей Васильевич Вонсовский

Сергей Васильевич – основатель и по совместительству первый заведующий кафедрой технической физики (изначально кафедрой № 23) с 1949 г. по 1952 г. В этот период он является заведующим теоретического отдела и заместителем директора Института физики металлов. С 1947 г. Сергей Васильевич организатор и профессор кафедры теоретической физики УрГУ, доктор физико-математических наук (с 1943), профессор (1944).



Под его руководством, совместно с коллегами из Академии наук, УПИ с участием первых выпускников кафедры № 23 была сформулирована система физико-технического образования на Урале, которая первоначально включала:

- дополнительные главы математики (к.ф.-м.н. П.В. Николаев);
- аналитическую механику и электродинамику (к.ф.-м.н. А.С. Виглин);
- статистическую физику и механику сплошных сред (к.ф.-м.н. А.В. Соколов);
- атомную физику и квантовую механику (д.ф.-м.н. С.В. Вонсовский);
- ускорители (к.ф.-м.н. А.Н. Орлов);
- вакуумную технику (к.ф.-м.н. Н.В. Волкенштейн);
- центробежные компрессоры (асс. В.М. Рыжков);
- разделение изотопов (ст. преп. Г.В. Соловьев).

Впоследствии наши выпускники Г.В. Соловьев и В.М. Рыжков были переведены на создаваемую кафедру теоретической физики.

При его заведывании было переведено на обучение с других факультетов УПИ по ускоренной программе четыре поколения студенческих групп, а также осуществлен приём и начаты занятия по полному циклу ещё четырех поколений студентов. В 1951 и 1952 гг. две группы завершили образование. Эта ситуация требовала осуществления дифференцированного учебного процесса с участием профильных научных и промышленных центров. В результате была создана основа деятельности последующего штатного состава кафедры.

Жизненный путь С.В. Вонсовского проходил последовательно в Ташкенте, Ленинграде и Свердловске, но его творческие достижения известны всему ученому миру. Он родился в 1910 г. и провел детство в Ташкенте. Общеобразовательная школа, Среднеазиатский государственный университет (САГУ) – первые ступени образования С.В. Вонсовского, где ведущая воспитующая роль принадлежала родителям: отцу учителю физики и матери учителю музыки. «Я всем, – утверждал Сергей Васильевич, – что во мне есть доброго и хорошего, прежде всего обязан моим родителям, которые и были моими первыми учителями».

Профессиональным ученым С.В. Вонсовского сделал Ленинград, куда был переведен в ЛГУ на физико-математический факультет (1930–1932) гг. после ликвидации САГУ. Там он получил специальность физика-теоретика и был направлен в только что созданный в Свердловске Уральский физико-технический институт, позже преобразованный в Институт физики металлов.

Судьбоносной для С.В. Вонсовского стала его встреча с молодым профессором С.П. Шубиным, ставшим его учителем. Сергей Васильевич рассказывает о встрече с Шубиным так: «С Семёном Петровичем Шубиным я познакомился в самом начале моей научной деятельности, в июне 1932 г. в Ленинграде. Потом я был тесно, почти неразлучно связан с ним с октября 1932 г. до рокового 24 апреля 1937 г. Эти неполные пять лет общения с Семёном Петровичем сыграли в моей жизни решающую роль... Всё, что у меня осталось после его ухода из жизни, принадлежит в большой степени тому, что он успел передать мне». Вместе с Шубиным были опубликованы пионерские статьи по теории электронных состояний в металлах. В 1937 г. Шубин был арестован и вскоре погиб на Колыме. Вонсовский, которому тогда было 28 лет, взял на себя все заботы о семье безвременно погибшего друга и учителя. После гибели Семёна Петровича он зарегистрировал брак с опальной вдовой, в котором он состоял 40 лет. Сам Сергей Васильевич не избежал проблем на работе. Однако с 1939 г. С.В. Вонсовский заведующий отделом теоретической физики ИФМ.

Во время Великой Отечественной войны, оставаясь сотрудником института, был направлен на артиллерийский завод № 93 (город Нижний Тагил) для выполнения специального задания Главного артиллерийского управления РККА. Вместе с Я.Ш. Шуром работал над созданием методик и специальных приборов для контроля качества корпусов артиллерийских снарядов. Были разработаны методики, позволившие вернуть из «брака» тысячи снарядов. За успешное решение поставленных задач и вклад в Победу награждён боевым орденом.

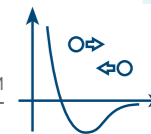
После Победы с 1947 г. непрерывно работал в Институте физики металлов АН СССР: заведующий отделом, с 1950 г. – заместитель директора института, с 1953 г. – заведующий лабораторией,

с 1958 г. – вновь заместитель директора, с 1993 г. – главный научный сотрудник института.

Мировое признание получили его труды в области квантовой теории твердого тела, многоэлектронной теории металлов и полупроводников, сверхпроводимости. Ведущее направление его исследований статистико-термодинамическая теория ферро- и антиферромагнетизма. С.В. Вонсовский – основатель Уральской научной школы магнитных явлений. Под его руководством были защищены 20 докторских и 30 кандидатских диссертаций. Автор восьми монографий, переведенных на многие языки, автор более 170 научных статей. С 1953 г. член-корреспондент, а с 1966 г. – академик. Сергей Васильевич – один из основателей академической науки на Урале. В 1971–1985 гг. являлся председателем президиума Уральского научного центра АН СССР. Будучи ведущим специалистом магнитологом в нашей стране С.В. Вонсовский в течение 30 лет был Председателем научного совета АН СССР по магнетизму. Долгое время академик возглавлял Государственный комитет по науке и технике при Совете Министров СССР.

Много забот и трудов Сергею Васильевичу стоило издание журнала «Физика металлов и металловедение» (ФММ), бессменным редактором которого он являлся с 1955 г. – года его основания. Он был основателем знаменитой Коуровской зимней школы физиков-теоретиков, которая проходит на Урале с 1960 г. В 1990-е гг. С.В. Вонсовский все больше внимания отдавал гуманитарной деятельности. Он был одним из основателей, ректором и почетным президентом Гуманитарного университета в Екатеринбурге, сам читал лекции.

С 1953 г. по 1959 г. являлся депутатом Свердловского городского Совета, а в период 1963–1989 гг. – депутат Верховного Совета РСФСР. За научную и общественную деятельность С.В. Вонсовский был отмечен многими правительственными наградами: орденами Ленина (трижды), Красной Звезды, Трудового Красного Знамени (дважды) и званием Героя социалистического труда (1969). Он лауреат Государственной премии СССР (1975, 1982), Золотой медали имени С.М. Вавилова (1982), Демидовской премии (1993), являлся членом германской и польской академий наук. Сергей Васильевич – почетный гражданин г. Свердловска.



От начала и до конца своей научной карьеры, как говорится, душой и телом он принадлежал слою интеллигенции того времени и, помимо высочайшего интеллекта, отличался личными человеческими качествами.

С детства мама привила ему вкус к музыке, он был книжным человеком, искусство находило в нем эмоциональный отклик. Однако основные продуктивные силы Сергей Васильевич направлял на науку.

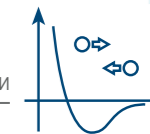
Важнейшим личным качеством Сергея Васильевича была доброта. Он много помогал своим коллегам и ученикам – не только способствуя решению материальных проблем, но и морально, прикрывая своим колоссальным авторитетом. Жизнь С.В. Вонсовского прошла через всю историю Советского государства. Он родился за семь лет до революции, не стало его спустя семь лет после ошеломительного крушения СССР. На его рабочем столе всегда стоял небольшой портрет В.И. Ленина, а на стене находился портрет С.П. Шубина.

#### Сергей Васильевич Карпачёв



Сергей Васильевич – один из основателей отечественной школы высокотемпературной электрохимии, доктор химических наук (1940), профессор (1941), член-корреспондент АН СССР (1970).

В период 1949–1956 гг. – заместитель и затем начальник центральной заводской лаборатории Уральского электрохимического комбината. С 1953г. по 1955 г. читал лекции студентам кафедры по термодинамике необратимых процессов. Под этим наименованием проходило обучение по физико-химической проблематике разделительного производства.



Сергей Васильевич родился в Костроме в 1906 г. Отец работал кассиром, – мать акушеркой. Шестнадцатилетний юноша в 1922 г. завершил обучение в Верхне-Удинской школе второй ступени. После чего получил образование инженера-химика на химико-металлургическом факультете Уральского индустриального института (УПИ) (1925–1930) гг. Учёбу совмещал с работой вначале препаратором, затем лаборантом. Ранняя причастность к научной среде была вызвана житейскими обстоятельствами. В 1925 г. не стало его отца. Уже в начале 1930 г. им совместно с заведующим кафедрой технологии электрохимического производства Н.Г. Щербаковым подготовлена статья. После окончания учебы в институте он назначается руководителем магниевой группы при лаборатории этой кафедры. С 1930 г. по 1939 г. Карпачёв прошел традиционный путь от ассистента до профессора кафедры лёгких металлов. Докторскую диссертацию на тему «Исследования в области электрохимии расплавов ионных солей» он защитил в МГУ в начале 1940 г.

В тридцатые годы Урал становился крупным центром электрохимической промышленности. В 1932 г. С.В. Карпачев организовал лабораторию электрохимии расплавленных солей, на базе которой в последствии был создан Институт высокотемпературной электрохимии УНЦ АН СССР. Особую известность получили выполненные совместно с А.М. Стрембергом работы того времени по электрокапиллярным явлениям. После защиты докторской диссертации Сергей Васильевич заведующий кафедрой физической химии Уральского государственного университета с 1941 г. по 1949 г.

В годы Великой Отечественной войны сотрудники лаборатории электрохимии расплавленных солей Уральского филиала Академии наук СССР под руководством С.В. Карпачева усовершенствовали процесс электролиза в алюминиевой промышленности. Это позволило увеличить выход металла на 4 %. В условиях крупных масштабов алюминиевого производства цифра была значительной: из полученного металла можно было изготовить дополнительно сотни самолетов в год. Во время войны дефицит в алюминии частично приходилось покрывать за счет поставок по ленд-лизу. В 1945 г. вклад Карпачёва в оборону страны был отмечен первыми для него наградами.

В период работы в УрГУ Карпачев в 1946–1947 гг. является проректором по научной работе и практически одновременно назначается директором Института физики металлов 1946–1948 гг.

7 июля 1949 г. по распоряжению Совета министров СССР доктор химических наук С.В. Карпачев прибыл на «Уральскую базу технического снабжения», под таким названием в личном деле Карпачева фигурирует Верх-Нейвинский завод по обогащению урана (ныне – Уральский электрохимический комбинат). В 1949–1953 гг. Сергей Васильевич был заместителем, а в 1953–1956 гг. начальником центральной заводской лаборатории, членом ученого совета по защите диссертаций, работавшем на комбинате.

С.В. Карпачев отвечал за создание новых типов диффузионных фильтров. Разработка и совершенствование конструкций мелкопористых фильтров на основе никеля являлись ключевой задачей диффузионного разделительного производства. Сергей Васильевич был также привлечен к проблеме коррозионных потерь рабочего газа  $UF_6$ . При его непосредственном участии к концу 1950 г. было выяснено распределение общих потерь в разделительных ступенях всех видов по отдельным узлам; разработана технология пассивации машин путём «горячей» обработки фторвоздушной смесью; окончательно установлен в главных чертах «химизм» взаимодействия гексафторида урана с никелевыми диффузионными фильтрами и трансформаторным железом. За заслуги в разработке и совершенствовании технологии получения высокообогащенного урана Сергей Васильевич был удостоен государственных премий и наград.

На лекциях, которые Карпачёв читал нашим студентам, совмещая с работой на УЭХК, они получали бесценную информацию о физико-химических основах разделительного производства. После завершения работы на УЭХК, С.В. Карпачёв снова назначается ректором Уральского государственного университета, где проработал в этой должности с декабря 1956 г. по июль 1963 г. Студентам Сергей Васильевич напоминал: «В вашей практической деятельности вы должны пойти дальше своих учителей». О лекциях и семинарах Сергея Васильевича Карпачева говорили, что они дают студентам не только сумму знаний; они заставляют

думать. Ученый не имел свободной минуты. Его всегда окружали «пожилые» и «молодые» ученые, преподаватели, аспиранты, старшекурсники. Сергей Васильевич умел разглядеть будущего ученого в зеленом студенте, не опекая чрезмерно, помогал достичь значительных результатов. Под руководством С.В. Карпачева было защищено 28 кандидатских диссертаций. Восемь его учеников стали докторами наук. Сергей Васильевич стремился не только обучать, но и воспитать студентов. Вот характерное для него обращение к выпускникам Уральского университета: «Не превращайтесь в ремесленников и рутинеров. Пусть всю жизнь в ваших сердцах горит огонь творческого вдохновения. Умножайте свои знания, а для этого постоянно занимайтесь научной работой. Это сделает ваш труд интересным, творческим, одухотворенным. Дело только за желанием».

Известно, что самые благодарные характеристики руководителям дают их подчиненные. В университетском фольклоре ректор Карпачёв навсегда остался под душевным прозвищем «папа Карло». В 1961 г. за заслуги в подготовке специалистов Сергей Васильевич удостоен очередной награды. К тому времени С.В. Карпачев серьезно болен, но продолжал активно работать.

С июня 1963 г. по 1977 г. он возглавлял Институт электрохимии Уральского научного центра Академии наук СССР, где ранее им была организована первая в мире лаборатория электрохимической кинетики твердых электролитов. Руководил он этой лабораторией двадцать один год. В ноябре 1970 г. Сергей Васильевич Карпачев был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. Он организовал секцию твердых электролитов в Научном совете Академии наук СССР по физхимии ионных расплавов и твердых электролитов. Выполненные под его руководством работы по изучению электрокапиллярных явлений, по исследованию контактной разности потенциалов, электродной поляризации и растворимости металлов в расплавах ионных солей внесли значительный вклад в развитие электрохимической науки, способствовали решению практических задач электрохимической технологии производства магния и алюминия.

С.В. Карпачёв – лауреат Государственной (Сталинской) премии СССР (1951, 1953). Награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени

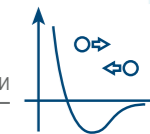
(четырежды), «Знак Почета», медалями, в том числе «За доблестный труд в Великой отечественной войне».

### Юрий Моисеевич Каган



Изначально образование первых выпускников по специальности осуществлялось при дипломировании в профильных центрах. Крайне востребованной была профессиональная подготовка студентов в период обучения в вузе. Проблему смогли решить путем привлечения к преподаванию специалистов Уральского электрохимического комбината. Научный сотрудник ЦЗЛ, кандидат физико-математических наук Ю.М. Каган в течение трех лет (1953–1955) гг. еженедельно по памяти (без использования пособий в связи с режимом секретности) читал трехчасовые лекции по разделению изотопов.

Каган Юрий Моисеевич, академик РАН, родился в 1928 г. в Москве в семье гуманитариев. Отец был юристом, а мать – медиком. В 1943 г., в 15 лет, он пошел работать, продолжая одновременно учиться в школе рабочей молодежи. А через год, в 16 лет, поступил на приборный факультет Московского авиационного института (МАИ), посчитав, что раз идет война, то надо делать самолеты. Осенью 1945 г. прослышал о наборе студентов на вновь создававшийся физический факультет Московского механического института (впоследствии МИФИ). К тому моменту Юрий окончил 1-й курс МАИ, так что следовало пройти всего лишь «конкурс зачеток» и собеседование. В феврале 1946 г. он стал студентом МИФИ. Занятия проводили выдающиеся ученые, группы были небольшие, преподаватели хорошо знали студентов. Однажды присмотревшийся к Юре А.И. Алиханян посоветовал обратиться ему к Л.Д. Ландау по поводу аспирантуры. Разумеется, предстояло сдать знаменитый «теорминимум»,



или «Ландау-минимум», иными словами, восемь экзаменов по основным разделам теоретической физики. Причем никаких зачетов: экзамены носили неофициальный характер, но их успешная сдача являлась лучшей аттестацией для физика-теоретика. Каган был последним из узкого круга молодых теоретиков, у которого все экзамены принимал Ландау.

В 1950 г. Юрий Моисеевич с отличием завершил обучение в МИФИ. Однако в аспирантуру его не отпустили – требовались кадры для атомной промышленности. Его направили на УЭХК. Центральная заводская лаборатория предприятия, в которой начиналась его работа, по существу была компактным научным институтом. В ней работала группа ученых, физиков и химиков, откомандированных из Уральского научного центра и из Москвы, а также молодые специалисты, приехавшие из других городов страны. Годы, проведенные на Урале, а это шесть лет, Ю.М. Каган вспоминает с особым чувством. «Все были молоды, энергичны, жили общими интересами и в лаборатории, и вне ее стен. Характерной была общая доброжелательная атмосфера».

Фактически определяющей для Кагана была его первая встреча с научным руководителем всей проблемы разделения изотопов академиком И.К. Кикоиным. В результате детального разговора, в котором существенную роль играла рекомендация Ландау, он получил право самостоятельно выбирать конкретные направления, которыми будет заниматься. С этого момента начинается тесное сотрудничество Ю.М. Кагана и И.К. Кикоина, которое продолжалось более 30 лет и охватывало широкий круг физических проблем помимо проблемы разделения изотопов. Ю.М. Каган всегда подчеркивает, что И.К. Кикоин наряду с Ландау сыграл определяющую роль в становлении его как ученого. Вот что говорит о той судьбоносной встрече сам Юрий Каган: «Исаак Константинович отнесся к рекомендации очень серьезно. Стал расспрашивать об экзаменах теорминимума и поинтересовался, чем я хочу заниматься. Я назвал, и он сразу одобрил, стал тут же формулировать вопросы... Я ушел орыленный».

Юрий Моисеевич оказался у самых истоков создания уникальной промышленности разделения изотопов урана. Это была грандиозная техническая проблема, но вместе с тем необходимо было решить целый ряд чисто физических задач. К тому времени была в основном разработана теория разделения изотопов урана на каскаде диффузионных машин. Однако отсутствовала теория так называемого первичного эффекта разделения – скачка концентраций легкого и тяжелого изотопов урана на стенке пористой среды при диффузии через неё смеси. Это удалось Юрию Моисеевичу. Проблема была достаточно сложна для искушенного физика-теоретика. Она оказалась по силам Ю.М. Кагану в возрасте 22–25 лет. За сравнительно короткий срок ему удалось развить общую теорию разделения изотопных газовых смесей на пористых средах. Введенная им оригинальная идея замены пористой среды на тяжелый (так называемый «стеночный») газ с определенными рассеивающими характеристиками позволила получить единое решение для всего диапазона давления, начиная с кнудсеновского режима и вплоть до гидродинамического. Результаты теории были эффективно использованы для определения параметров, обеспечивающих оптимальный режим газодиффузионного производства по разделению изотопов.

Уникальную информацию по теории разделения наши студенты получили на лекциях Ю.М. Кагана из первых рук. В 1954 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Это была одна из первых диссертаций, посвященных разделению изотопов, защищенных на комбинате, на выездной сессии специального ученого совета. Позднее ученый-физик создал общую теорию явлений переноса в газах при течении через пористые среды, намного опередив подобные работы зарубежных исследователей. Эта работа легла в основу докторской диссертации, которую он защитил в том же ученом совете УЭХК в 1960 г. Правда, к тому времени Юрий Каган уже работал в Московском институте атомной энергии, куда был приглашен в 1956 г. И.В. Курчатовым.

В научной деятельности Ю.М. Кагана можно выделить ряд основополагающих направлений. В их числе создание кинетической теории газов

с вращательными степенями свободы молекул. Другое направление – по низкотемпературной квантовой кинетике в конденсированных средах. Значительное место в его научной деятельности занимают работы по физике твердого тела. В их числе пионерская теория квантовой диффузии.

Академик Ю.М. Каган – личность, сочетающая в себе качества, крайне необходимые для ученых, работающих на будущее. Его отличают широта научных интересов и яркая физическая интуиция, позволяющая в равной степени глубоко понимать как фундаментальные, так и чисто прикладные проблемы. Это сочетается с талантом учителя и блестящего лектора, на лекциях которого воспитывались и воспитываются многие поколения молодых физиков. Он вырастил плеяду талантливых учеников: кандидатов, докторов наук, членов-корреспондентов Академии наук СССР (АН). В своих учениках он ценит самостоятельность мышления, инициативу. Эти качества характерны для него самого. В повседневной жизни его увлечения – шахматы, теннис, живопись.

В 1970 г. Ю.М. Каган был избран членом-корреспондентом Академии наук (АН) СССР. В 1984 г. стал академиком АН СССР. Длительное время являлся руководителем теоретического отдела Курчатовского института. Ю.М. Каган – почётный доктор Технического университета Мюнхена (Германия, 1990), почётный профессор Амстердамского университета (1990), почетный доктор Уппсальского университета (Швеция, 1996). Он – член Венгерского физического общества (1975), член Американского физического общества (1994), член Европейской академии (1995), иностранный член Академии наук Венгрии (1998). Ю.М. Каган – лауреат Ленинской премии (1986), Государственной премии СССР (1976), премии имени М.В. Ломоносова АН СССР (1975), премии Карпинского (Германия, 1994), премии А. Гумбольдта (Германия, 1994). Он награжден орденами «За заслуги перед отечеством» III степени, Дружбы, двумя орденами Трудового Красного Знамени. В 2006 г. ему была присуждена общенациональная премия в области высших достижений науки «Триумф».

## Григорий Тимофеевич Щеголев



Григорий Тимофеевич – первый штатный заведующий первой физической кафедрой физико-технического факультета, один из непосредственных её организаторов. Он признанный разработчик и автор системы специального образования в Уральском регионе по разделению изотопов урана.

В 1951 г. был укомплектован первый штатный состав кафедры: доцент к.т.н. Г.Т. Щеголев – зав. кафедрой, Г.В. Соловьев – старший преподаватель, В.М. Рыжков – ассистент, П.Е. Суевин – зав. лабораторией. Все трое, кроме заведующего, – выпускники кафедры 1951 г. Практически вся ответственность за становление кафедры, обеспечение учебного процесса и его содержания легла на Григория Тимофеевича, бывшего до того доцентом кафедры котельных установок, сполна прошедшего дорогами войны.

По-видимому, не случайно выбор пал на Г.Т. Щеголева – человека исключительно ответственного и работоспособного, обладающего высокими личными качествами – кристальной честностью, принципиальностью. За внешней сухостью и сдержанностью стояло его доброжелательное отношение к людям.

Следует иметь в виду, что кафедра № 23 исполнила роль донора при становлении других физических кафедр факультета. В её недрах была создана теоретическая группа в составе П.С. Зырянова, В.М. Рыжкова и Г.В. Соловьева, которая вошла в позже сформированную кафедру теоретической физики. При организации кафедры экспериментальной физики в её состав был делегирован Ю.К. Худенский. Таким образом, организаторская роль Г.Т. Щеголева выходит за рамки отдельной кафедры. Он – активный участник создания ин-

женерно-физического образования на факультете в целом.

Почему же так произошло, что ответственное дело, потребовавшее незаурядных качеств, было поручено Григорию Тимофеевичу? В какой-то мере ответ на этот вопрос можно найти в том, что называют биографией, внешне похожей на жизненный путь многих представителей его поколения, которые стали убежденными строителями и защитниками новой жизни, не требуя от неё для себя никаких привилегий. Г.Т. Щеголев, по национальности мордвин, родился в 1908 г. в Поволжье, в селе Нижний Котмис Пензенской области, в семье крестьянина-бедняка. В голодное время начала 20-х гг. подростком потерял мать, жил и работал до 20 лет с отцом в деревне. С 1928 г. в течение двух лет он учился на Куйбышевском рабфаке, после чего поступил на энергетический факультет Уральского индустриального института (УПИ), где в 1935 г. получил образование инженера-теплотехника и поступил в аспирантуру на кафедре котельных установок. В дипломе о высшем образовании значится около сорока дисциплин и многие из них, такие как «электротехника», «автоматическое регулирование», «тепловые установки», «электрооборудование» и многие другие оценены на отлично. Отлично был оценен и дипломный проект Григория Тимофеевича «Конструкция пароэлектрической станции Карабашского завода». И это после двадцати лет жизни в деревне и двух лет рабфака.

Одновременно с учебой в аспирантуре он работал на кафедре лаборантом, позже ассистентом. Работая на энергофаке в предвоенные годы, Г.Т. Щеголев участвовал в создании лаборатории общей теплотехники, читал лекции по теплотехнике и машиноведению. Успешно занимался творческой деятельностью. Его конкурсные исследовательские работы неоднократно занимали призовые места. В 1940 г. Г.Т. Щеголев защитил кандидатскую диссертацию на тему «Система непрерывного контроля экономичности котельной установки» и был переведен на должность доцента. Но только в 1949 г. вышло постановление ВАК СССР о присуждении ему ученой степени кандидата технических наук, т.е. через девять лет после защиты диссертации – помешала война...

С ноября 1941 г. Г.Т. Щеголев в Красной Армии, участник Великой Отечественной войны: рядовой боец, заместитель командира гвардейского артиллерийского полка по политчасти, командир артиллерийской батареи,

начальник отдела истребительной противотанковой бригады. Григорий Тимофеевич прошел дороги войны с Германией и Японией до последнего дня. Участвовал в боях на Брянском, Центральном, 1-м Украинском, 3-м Белорусском, 1-м Прибалтийском и даже Забайкальско-Амурском фронтах. На западе войну закончил в районе Кенигсберга, на востоке – в Монголии. Нельзя не привести несколько строк из военных воспоминаний Григория Тимофеевича ко дню 40-летия Победы: «Для тех, кто вложил свой скромный труд в эту Победу она имеет еще личное субъективное – особенно волнующее значение. Это потому, что мы остро понимали, от какой беды спасали себя и последующие поколения. Люди нашего поколения многое поняли... Пережито необычное, подчас даже невыносимое. Мне лично, в общем-то, очень повезло – не убит и, даже почти не ранен, сохранилась семья... Война осветила, как прожектором, высшие качества советского человека, в мирной жизни они завуалированы. Она высветила и другой полюс – таких было очень мало, но тем резче это бросалось в глаза. Я замечаю, что участники войны – это некоторым образом "ненормальные люди". У них особое видение окружающего мира, своя мерка на происходящее вокруг. Сам пережил и видел, как одержимо и самозабвенно учились студенты, работали преподаватели после возвращения к мирной жизни в 1945–1946 годах». Последние строки с полным правом следует отнести и к самому Г.Т. Щеголеву.

Завершив службу в армии, после демобилизации, без какого-либо перерыва Г.Т. Щеголев возвратился на кафедру котельных установок, с которой уходил на фронт. Вначале в качестве старшего преподавателя, затем доцента он выполняет полноценную педагогическую нагрузку. С 1946 по 1951 г. им заново подготовлены и прочитаны курсы лекций по общей теплотехнике, теплотехническим приборам и устройствам, технической термодинамике – это помимо других видов учебных занятий. Одновременно началась творческая работа, публикации. В 1951 г. ему выдано авторское свидетельство на «Способ испарения воды в котлах с непрерывной продувкой». Так нарастающими темпами мог бы сложиться специалист-теплотехник. Но в 1951 г. новый «призыв», на этот раз на физтех. Конечно же, не просто было Григорию Тимофеевичу в очередной раз начинать все с нуля, в совершенно новой для себя области не только техники, но и

науки. Главным его достижением в новом деле, как было сказано, явилось создание системы специального образования по разделению изотопов. В тот период частичная информация с большими ограничениями оказывалась доступной при эпизодических знакомствах с производственными отчетами, из тематических лекций со стороны представителей УЭХК, дипломными работами студентов, выполненными на предприятиях. Всё это в условиях строжайшей секретности, с ограниченной возможностью записей. Каких-либо централизованных пособий не было. Да к тому же вначале не очень было ясно чему учить...

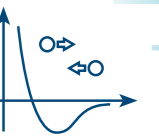
В этих условиях в полной мере проявились педантичность, работоспособность и ответственность Г.Т. Щеголева, в общем-то, в не очень благодарном деле, которое продолжалось более двадцати лет. Было очевидно, что технологических достижений для кафедры на фоне режимных развивающихся научно-технических производственных центров в тех условиях не могло быть.

В период с 1956 по 1974 г. Григорий Тимофеевич автономно, написал и озвучил в лекциях 16 научно-педагогических разработок, оригинальных авторских учебников. В их числе:

- теория разделительного элемента;
- теория разделения изотопов газовой диффузией;
- теория каскада для разделения изотопов;
- руководство по расчету завода по разделению изотопов.

Только в 1976 г. им выполнено 25 листов чертежей технологического оборудования (по памяти, без наличия под руками натуральных образцов или сторонних пособий). Создан цельный комплекс взаимодополняющих, не имевших в то время аналогов, образовательных трудов. В итоге предприятия отрасли были обеспечены многими поколениями технологически грамотных кадров разделительного производства.

Наиболее близким сотрудником в деле становления специального образования оказался такой же, как он сам, бывший фронтовик, талантливый экспериментатор Ю.Ф. Герасимов. Более молодые коллеги В.П. Скрипов и П.Е. Суетин в благоприятных для их творчества условиях успешно нашли свои благодарные темы в фундаментальной науке.



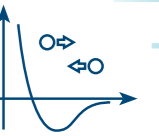
Следует отметить преданность Григория Тимофеевича делу, кафедре. Многие из её сотрудников прошли через его руки и сердце. Единственным личным капиталом и признанием проделанной Григорием Тимофеевичем работы стали выпускники, инженеры высокой технологии предприятий подотрасли, обученные и воспитанные им. Этому делу он практически посвятил свою жизнь. До конца своих дней Г.Т. Щеголев трудился на кафедре, из них 10 лет заведующим – в наиболее сложный период её становления, позже он много лет был бессменным парторгом. Такими же скромными, как он сам, оказались и регалии мирной жизни... Заслуженных званий и степеней не прибавилось. Сохранилась благодарная память и высокая оценка его труда коллегами и учениками.

Григорий Тимофеевич награжден орденом «Отечественной войны II степени», медалями «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За взятие Кенигсберга», «За победу над Японией», «За трудовую доблесть», «За трудовое отличие», «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», юбилейными медалями «20 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «30 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «50 лет Вооруженных сил СССР», «60 лет Вооруженных сил СССР».

#### Игорь Васильевич Колупаев



Изначально обучение по реакторной тематике на кафедре не проводилось. Однако в связи с необходимостью подготовки кадров на промышленные реакторы стал осуществляться выпуск специалистов по совмещенной специальности 23, 21. В дальнейшем в зависимости от потребностей отрасли учебные планы неоднократно изменялись. С



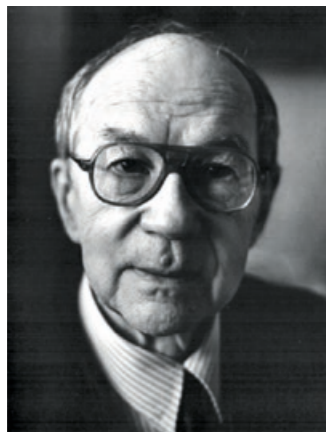
1960 г. было окончательно определено обучение по физико-энергетическим установкам. Они включают в основном реакторы АЭС, а также промышленные, исследовательские и транспортные.

Исходный вариант курса по ядерным реакторам подготовил и прочитал в 1956–1957 гг. Н.И. Куров. Учебных пособий в то время не было. Лекции базировались на книге Д. Белла и Н. Глестона «Теория ядерных реакторов». В дальнейшем состояние обучения студентов реакторной специальности формировалось выпускниками кафедры при взаимодействии с исследовательскими и промышленными центрами.

Первым из них оказался И.В. Колупаев. Игорь Васильевич прошел полный курс обучения на физтехе 1950–1956 гг. Как он позже вспоминал, «учеба была одновременно познанием науки и жизни». В студенческие годы являлся старостой математического кружка, членом лекторской группы. Дипломную работу выполнил по разделительной тематике на УЭХК в расчетно-теоретическом секторе под руководством Б.В. Жигаловского. Логично было остаться работать на комбинате, но он предпочел должность ассистента кафедры. Ему было поручено заново подготовить спецкурс по ядерно-энергетическим установкам, а также курсовой проект по физическому расчету реактора. Преподавание планировалось с февраля 1958 г. группам физиков. Это была очень сложная работа – детально изучить новую область атомной науки. Трудоёмкость заключалась в том, что отсутствовали исходные данные по физрасчету.

## Уральская школа теплофизики

### Владимир Павлович Скрипов



Владимир Павлович родился в 1927 г. в Ленинграде. Он писал: «Я считаю своей родиной по корням

Игорь Васильевич был направлен в ИАЭ на стажировку, где был спроектирован исследовательский реактор ИРТ-1000. Там он участвовал в оценке гидравлики кассет, присутствовал при физпуске реактора. Дополнительно практический опыт продолжил в Грузии, где проводилась кладка защиты реактора, формировались лаборатории. В то время Правительство решило в ряде республик (Белоруссии, Грузии, Казахстане, Узбекистане) и в учебных вузах, где были физико-технические факультеты, построить исследовательские ядерные реакторы. Такой реактор планировалось построить на факультете, и он должен был принадлежать нашей кафедре. Стало приходиться много оборудования и документации по сооружению этого сложного и дорогого объекта. И.В. Колупаев, кроме преподавания, принимал непосредственное участие в комплектовании будущего реактора. Он проработал на кафедре в период 1956–1960 гг. включительно. Позже прошел аспирантуру в ЭНИН АН СССР в Москве, где защитил диссертацию на соискание степени кандидата физико-математических наук. Далее являлся старшим научным сотрудником ПНИТИ (г. Подольск) и доцентом МИФИ. Он заложил основы реакторного образования на кафедре и продолжил вне её научно-исследовательскую деятельность по тому же направлению.

Игорь Васильевич сохранил память о физтехе, его увлечения связаны с уральскими минералами и поэзией Древнего Востока.

и по жизни до совершеннолетия Архангельский и Вологодский север». Его мать из многодетной крестьянской семьи неподалёку от Архангельска. После учебы в высшем начальном училище получила звание учительницы. Отец Владимира Павловича из потомственных крестьян Северодвинья. В 17 лет он вступил в Красную Армию, воевал с белыми и их английскими пособниками. После Гражданской войны получил образование в Ленинградском комвузе. По завершению учебы находился на преподавательской работе и заведовал партийным кабинетом Северкрайкома ВКП(б) в Архангельске. В 1937 г. «за связь с врагами народа» был арестован. Мать уволили с работы. На следующий год оба родителя были восстановлены в партии, и уже в 1939 г. отец в звании лейтенанта участвовал

в войне с Финляндией. В 1941 г. он вновь надел воинскую форму. Был направлен с семьёй в Великий Устюг в пехотное училище. Затем воевал и погиб в должности замполита минометно-стрелкового батальона на территории Латвии.

Школьные годы В.П. Скрипова прошли в Архангельске и далее в Великом Устюге. Оставшись без отца, жил в неблагоустроенной комнате с матерью, помогал ей по дому, вместе с одноклассниками работал в поле. После окончания с золотой медалью учебы в школе был зачислен на физический факультет МГУ и поселился в общежитии. О том времени Владимир Павлович вспоминал: «Послевоенные годы (до отмены карточной системы) голодные. Много хорошего было в общении с товарищами, важного для нравственного становления... Возникшая близость сохранилась на всю жизнь». Существенное влияние на его будущее оказал профессор В.К. Семенченко, который оказался наставником и научным руководителем Владимира Павловича – студента и аспиранта. В 1953 г. защитой кандидатской диссертации завершились его приоритетные исследования теплоёмкости растворов вблизи критической точки расслоения. Это была первая защита в новом здании физического факультета МГУ.

По распределению молодых специалистов В.П. Скрипов был оставлен в МГУ ассистентом физического факультета. Одновременно с ним в аспирантуре учился командированный от физтеха УПИ П.С. Зырянов. От него последовал совет: «А почему бы не поехать тебе в Свердловск? Будем вместе работать! Факультет на подъеме, физики там нужны, будет, где заниматься исследованиями...» Профессор МГУ В.К. Семенченко говорил: «...если бы я предложил своему аспиранту из другого города место в Москве, то он по шпалам пришел бы сюда».

В Свердловск В.П. Скрипов прибыл налегке и поселился в 10-м студенческом корпусе в 9-метровой комнате двухкомнатного «люкса», в этом «люксе» он прожил с семьёй 9 лет. Позже он вспоминал: «На новом месте мне жилось неплохо...». С 1953 г. по 1979 г. Владимир Павлович проработал на кафедре молекулярной физики, начиная с того периода, когда она занимала одну комнату в главном учебном корпусе.

Будучи ученым-исследователем, высоко интеллектуальным человеком, он внес большой вклад в формирование творческой обстановки на кафедре. Здесь В.П. Скрипов впервые подготовил и прочитал курсы лекций о физических методах разделения изотопов, физической химии, термодинамике и статистической физике, аналитической механике.

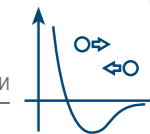
Физтех в его личной и научной жизни сыграл основополагающую роль. Можно только сожалеть, что в дальнейшем Владимир Павлович не продолжил педагогическую деятельность, хотя желание быть педагогом у него оставалось всегда. Здесь Владимир Павлович защитил докторскую диссертацию (первая защита докторской на физтехе по физико-математическим наукам), заложил основы своей научной школы.

Его научные интересы в значительной мере формировались под влиянием В.К. Семенченко. Их можно определить ключевыми словами: фазовые переходы, критические явления, термодинамическая устойчивость. Несколько лет в Свердловске он продолжал ставить опыты в развитие того, что делал в лаборатории своего учителя.

На физтехе сложились благоприятные условия для развертывания поисковой работы с участием студентов. Первым из таких студентов оказался Г.П. Николаев, который провел исследования по интенсификации и кризисе теплопередачи при кипении. Для подтверждения флуктуационной природы критических явлений совместно с Ю.Д. Колпаковым было проведено изучение рассеяния света около точки жидкость-пар.

Новая тема исследований с перспективой получения результатов в малоизученной области теплофизики определилась в 1961 г.: метастабильные состояния жидкостей (перегрев, переохлаждение) и неравновесные фазовые переходы, сопровождающиеся метастабильностью. Толчком к такому решению послужило знакомство с опытами Японских ученых Вокшима и Таката по перегреву капелек органических жидкостей.

Не было сомнения и в актуальности этого направления. Интенсификация процессов в современной технике неизбежно приводит к метастабильности, когда тепло- и массообмен сопровождается фазовым превращением. Первые опыты, проведенные на кафедре, подтвердили возможность количественного описания результатов по спонтанному вскипанию



и их соответствие физической теории. После этого область исследований была расширена, и постепенно сформировалась программа систематического изучения метастабильных состояний жидкостей. Центральное место в исследованиях В. П. Скрипова занимают работы по теплофизике метастабильных фазовых состояний. Им сформулированы условия квазистатического термодинамического описания метастабильных систем, применен метод огибающих для границы устойчивости фазы. Вместе с учениками он разработал методы экспериментального исследования теплофизических свойств жидкостей в метастабильном состоянии, а также кинетики нуклеации при взрывном вскипании и спонтанной кристаллизации. Фактически сложилась уральская школа теплофизиков, обеспечивающая приоритет отечественной науки в изучении метастабильных фазовых состояний. В.П. Скрипов является её основателем.

В 1972 г. Владимир Павлович возглавил отдел физико-технических проблем энергетики Уральского филиала Академии наук СССР, преобразованный в 1988 г. в Институт теплофизики. Скрипов стал его организатором и директором. Ему удалось привлечь увлеченных наукой выпускников физтеха УПИ. В их числе те, кто начинал с ним исследования метастабильных состояний. Лидерство физтеховской школы (а впоследствии Института теплофизики Уральского отделения РАН) признано научной общественностью.

В.П. Скриповым подготовлено 32 кандидата наук, 6 из которых защитили докторские диссертации. Им лично и в соавторстве опубликовано более 270 научных работ и четыре монографии, три из которых переведены на английский язык и изданы за рубежом.

В своих воспоминаниях о физтехе Владимир Павлович писал: «Работа в коллективе кафедры среди преподавателей, аспирантов, студентов много полезного дает человеку не только профессионально, но и в нравственном отношении. Считаю удачей в своей жизни, что почти двадцать лет я проработал на кафедре. Много интересного осталось в памяти о преподавателях факультета, о научных контактах с другими кафедрами, об общественной жизни».

Владимир Павлович, хотя и работал одно время деканом факультета, не стремился к

администрированию. Подкупает уважительное отношение Владимира Павловича к его учителю В.К. Семенченко. Личное общение оставило в памяти светлые воспоминания. Он всегда был естествен и приветлив со студентами и коллегами. Рядом с ним не было напряжения. С его стороны не была допущена когда-либо хотя бы какая-то грубость. Выпускникам памятна факультетская газета, в которую вложил свой мягкий юмор В.П. Скрипов. Как-то на собрании группы студентов он озвучил неожиданное предложение: каждому прочесть стихотворение, а затем читал полюбившиеся ему стихи Клюева. Издательство УрО РАН опубликовало три его стихотворных сборника.

С 1987 г. В.П. Скрипов – член-корреспондент АН СССР, в 1992 г. избран академиком Российской академии наук, в 1981 г. ему была присуждена премия АН СССР имени И. И. Ползунова. Владимир Павлович награжден орденами: «Знак Почета», «Дружбы Народов», «Орден Почета».

В 1999 г. с группой ведущих сотрудников (В.Г. Байдаков, Г.В. Ермаков, В.П. Коверда, Ю.Ф. Майданик, П.А. Павлов, Е.Н. Синицын) за цикл работ «Метастабильные состояния жидкости: фундаментальные исследования и приложения к энергетике» был удостоен Государственной премии Российской Федерации с области науки и техники.

#### Герман Петрович Николаев



Герман Петрович родился в Свердловске в 1932 г. Его отец к.ф.-м.н. П.В. Николаев читал лекции по дополнительным главам математики первым поколениям студентов физтеха. Выбор будущей специальности у Германа Петровича оказался не случайным. С 1950 г. вся его деятельность

связана с физико-техническим факультетом: студент ФТФ (1950–1956), ст. лаборант, зав. лабораторией, ст. инженер, аспирант, ассистент, доцент кафедры № 23, доцент кафедры молекулярной физики (прежняя № 23) (1971–1992), и.о. зав. кафедрой МФ (1978–1978), по результатам аттестации назначен на должность профессора (1992) зам. декана ФТФ УПИ (1967–1971). С 1979 по 1987 г. Ученый секретарь Совета ректоров вузов Свердловской области.

Герман Петрович, будучи студентом, был активным участником художественной самодеятельности. Он одним из первых начал исследования под руководством В.П. Скрипова по интенсификации теплопередачи и кризиса кипения на поверхностях с пористыми покрытиями. По этой тематике он в 1966 г. защитил кандидатскую диссертацию. Г.П. Николаев с 1985 г. основное внимание уделял научно-методической работе и совершенствованию педагогической деятельности. Результатом явились созданный контролирующе-обучающий курс термодинамика, зарегистрированный в НИИ проблем высшей школы (включен в каталог отраслевого фонда алгоритмов и программ), и автоматизированный учебно-методический комплекс теплофизика. Автор комплекса Г.П. Николаев является призером II общероссийского конкурса учебных изданий «Университетская книга – 2002».

Ему неоднократно присваивались звания лучший лектор и лучший прикрепленный преподаватель вуза. Результативность педагогической деятельности обусловлена его личными качествами: такими как ответственное и педантичное отношение к делу.

В рамках созданного Г.П. Николаевым научно-методического направления семь программно-методических комплексов, 26 учебных пособий. Всего список его научных, научно-методических и методических публикаций содержит более 170 работ.

Г.П. Николаев награжден именными часами министра Минатома России, «Ветеран атомной энергетики и промышленности», награжден медалью «Ветеран труда» и знаком «За отличные успехи в работе в области высшего образования СССР».

Герман Петрович увлечен музыкой, игрой на фортепиано и синтезаторе. Он любитель «тихой» лесной охоты, рачительный дачник.

#### Евгений Николаевич Синицын



Евгений Николаевич родился 22 ноября 1936 г. в селе Дунай Приморского края. Его отец из рабочих. В тяжелое время войн (1932 – 1960) гг. служил в рядах Советской Армии, мать из семьи служащих. Евгений Николаевич с 1947 г. проживал в Свердловске. Здесь обучался в школе и затем в институте на физтехе УПИ, где завершил образование по специальности «Техническая физика». После учебы в институте в 1960 г. был направлен работать в качестве инженера пуско-наладочной группы в строящееся в то время предприятие по разделению изотопов п/я 79, город Ангарск.

В 1962 г. Е.Н. Синицын вернулся в Свердловск и поступил в аспирантуру к доценту В.П. Скрипову. Впервые в практике теплофизического эксперимента им применена методика измерения среднего времени жизни перегретой жидкости в чистой пузырьковой камере. В дальнейшем его методика успешно использовалась в других лабораториях при изучении кинетики зародышеобразования в метастабильных жидкостях.

После окончания аспирантуры был принят на работу старшим инженером кафедры №23 в 1966 г. стал ассистентом. В 1967 г. Евгений Николаевич защитил кандидатскую диссертацию «Исследование кинетики зародышеобразования в перегретых жидкостях» и избран на должность доцента. Читал лекции по курсам «Термодинамика», «Статистическая физика», «Физика жидкости», «Спецкурс», вел лабораторный практикум.

С марта 1973 г. Е.Н. Синицын работал в ОФТПЭ УНЦ АН СССР зав. лабораторией гидродинамики и теплообмена. В лаборатории изучались тепловые характеристики ТВС активной зоны ядерного реактора и теплофизические свойства фторорганических

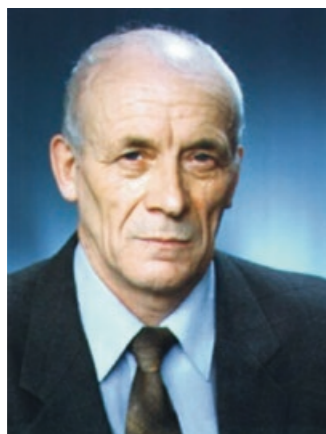


соединений. Проводились исследования в области теплообмена и кинетики фазового перехода в процессах кипения. В 1987 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Кинетика спонтанного и инициированного зародышеобразования в перегретых жидкостях». Им предложены феноменологические модели гетерогенного зародышеобразования в сильно перегретой жидкости. Для жидкостей, принадлежащих к различным классам химических соединений и двойных растворов, выявлены закономерности изменения вероятности вскипания в зависимости от глубины вторжения в метастабильную область. Отдельные результаты работы вошли в Список важнейших достижений Академии наук СССР.

В составе авторского коллектива Е.Н. Сеницыну присуждена Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники. Под его руководством защищено 4 кандидатские диссертации. Е.Н. Сеницыным опубликовано более 120 работ.

Евгений Николаевич – известный турист, объездил всю Россию, поднимался на Ключевую сопку, был в Югославии, в Израиле. Увлекался лыжами. Его всегда отличала коммуникабельность и доброжелательное отношение к коллегам и друзьям.

#### Павел Алексеевич Павлов



Павел Алексеевич родился в 1939 г. в селе Богучаны Красноярского края. Отец из семьи «ссылных» прошел всю войну, работал в Енисейском речном пароходстве механиком-электриком. Мать – учительница начальных классов. В 1957 г. Павлов окончил школу в поселке Подтесово Енисейского района, был чемпионом по боксу Енисейского района. Бокс остался любимым хобби на всю жизнь. Работал электриком на теплоходе в Енисейском пароходстве. В 1958 г. поступил на физтех.

В 1963 г., будучи дипломником, предложил перегревать жидкости импульсно, с тех пор занимается быстрыми фазовыми переходами сначала под руководством, а затем с поддержкой В.П. Скрипова.

В 1964 г. Павел Алексеевич работал инженером кафедры № 23, 1964–1967 гг. – аспирант В.П. Скрипова, затем 1967–1969 гг. – ассистент кафедры. В 1969 г. защитил кандидатскую диссертацию «Вскипание жидкостей при импульсном нагреве». С 1973 г. доцент кафедры. Впервые на кафедре читал курсы лекций «Теплофизика» и «Физика твёрдого тела». В 1973 г. по приглашению В.П. Скрипова перешел на работу в ОФТП (с 1988 г. Институт теплофизики) заведующим созданной лабораторией «Быстропротекающих процессов и физики кипения». В 1988–1999 гг. работал по совместительству в УПИ доцентом, затем профессором кафедры молекулярной физики. Читал курс лекции «Физика жидкости».

В 1986 г. П.А. Павлов защитил докторскую диссертацию «Динамика вскипания сильно перегретой жидкости. Ударный режим».

Павел Алексеевич установил неизвестное ранее явление ударного вскипания, закономерности взрывного вскипания химически неустойчивых соединений. Результативность его работ подтверждена их практическим использованием. Исследования П.А. Павлова с сотрудниками лаборатории применены в разработке новых ракетных топлив и при расчётах процессов интенсивного горения, использованы для прогнозирования ценности месторождений Тюменского региона. Под его руководством впервые получены критические параметры ряда моторных топлив, товарных нефтепродуктов, систем «нефть – газ». Проведены исследования свойств и процессов взрывного парообразования ряда водополимерных закалочных сред.

П.А. Павлов – автор трёх монографий, более 200 научных работ, 15 изобретений. Подготовил 3 докторов и 9 кандидатов наук. Он член Национального комитета РАН по тепло- и массообмену. Павел Алексеевич награжден медалью «За трудовую доблесть». В составе авторского коллектива ему присуждена Государственная премия РФ. По результатам исследования «Установление закономерностей термодинамического кризиса кипения» П.А. Павлову присуждена премия имени академика В.П. Скрипова.

Павел Алексеевич любит путешествовать, объездил страну от Риги до Иркутска. В последние

годы был в Германии, Испании, Франции, Италии, Австрии, Словакии, в городах Бенилюкса и др.

#### Виктор Николаевич Чуканов



Виктор Николаевич прошел научную школу В.П. Скрипова, однако вся его последующая деятельность оказалась направленной на экологическую проблематику.

Он родился в 1938 г., был младшим из троих братьев в рабочей семье. Его мама – рабочая Новотрубного завода, отец после возвращения с фронта там же трудился мастером. Дети получили высшее образование.

Первые организаторские навыки В.Н. Чуканова сформировались в период студенчества на физтехе УПИ, где он был в числе комсомольских лидеров. В 1964 г. Виктор Николаевич завершил обучение в институте, став инженером-физиком. Его работа на длительный период проходила на кафедре молекулярной физики: ассистент, аспирант. В 1970 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, с 1972 г. – доцент. Пребывание на кафедре все эти годы было сопряжено с постоянными поездками – он проживал в Первоуральске.

Научные интересы В.Н. Чуканова относились к физике фазовых переходов. Он создал научное направление, основанное на перколяционном приближении применительно к устойчивости метастабильных состояний систем жидкость – пар с водородными связями.

В 1985–1987 гг. Виктор Николаевич находился в докторантуре. После были научные командировки в Югославию и США – Бостонский университет. Защита докторской диссертации состоялась в 1988 г., и в 1989 г. было присуждено ученое звание профессора по кафедре молекулярной физики. За цикл работ

«Физика метастабильных состояний» ему в составе группы коллег под руководством В.П. Скрипова в 1999 г. была присуждена Государственная премия в области науки и техники.

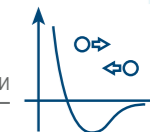
Тогда же он стал руководителем научно-инженерного центра экологической безопасности, а в 1992 г. был избран директором созданного на его базе Института промышленной экологии УрО РАН. Одновременно В.Н. Чуканов продолжал педагогическую деятельность на кафедре, которая продлилась 40 лет. Он читал лекции по «Физике жидкости».

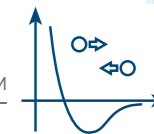
Институт промышленной экологии единственный академический институт, занимающийся системными экологическими исследованиями территорий с высокой техногенной нагрузкой на основе многофакторного анализа и моделирования сложных систем при определяющей роли экологического фактора, включая анализ и моделирование последствий радиационного и токсико-химического воздействия на биологические среды и здоровье населения.

Виктор Николаевич является одним из инициаторов и основных разработчиков «Государственной и Федеральной программ Российской Федерации по радиационной реабилитации Уральского региона и мерах по оказанию помощи пострадавшему населению на период до 2000 г.». После утверждения Госпрограммы в 1993 г. он осуществлял координацию работ по ее научному обеспечению.

Под руководством В.Н. Чуканова для решения проблем устойчивого развития территорий разработана и реализована методология комплексной медико-экологической экспертизы, с применением которой впервые осуществлен системный анализ экологических, энергетических, технологических, медицинских, экономических и социальных проблем территорий и промышленных центров с последующей разработкой и сопровождением программ выхода из кризиса. На этой основе Каменск-Уральскому и Орску был присвоен статус города с чрезвычайной экологической ситуацией.

В ИПЭ УрО РАН была разработана концепция и методология многофакторного анализа медико-экологических и социально-экономических проблем территорий с высокой антропогенной нагрузкой, позволяющая научно обоснованно определять и ранжировать приоритеты по оздоровлению окружающей среды и населения. Методология успешно апробирована в ряде крупных промышленных центров.





Созданный изначально из выпускников физтеха институт занимает ведущее положение в России в области анализа закономерностей естественного облучения населения изотопами и дочерними продуктами распада радона. Работы института в этом направлении признаны и за рубежом, в частности в рамках радонового проекта Всемирной организации здравоохранения. В институте получили развитие исследования процессов кластеризации в атмосфере земли парниковых газов. На основе результатов компьютерного моделирования получены новые данные о влиянии процессов кластеризации на парниковый эффект.

Виктор Николаевич в 2002 г. организовал издание Вестника УрО РАН «Наука. Общество. Человек» и являлся его ответственным редактором, а также длительный период членом редколлегии журнала «Инженерная экология».

Он выполнял обязанности заместителя председателя Совета по прикладной экологии УрО РАН, члена Совета по научно-технической и инновационной политике при полномочном представителе Президента РФ в УрФУ, члена экспертного Совета ВАК по физике.

Значимой была и его международная деятельность: президент Уральского экологического клуба ЮНЕСКО, действительный член Международного союза радиологов, неоднократно выезжал за границу по экологической тематике, в том числе экспертом ООН.

Виктор Николаевич автор более 200 публикаций, в том числе 7 монографий. Под его руководством защищено 10 кандидатских диссертаций.

В 2003 г. В.Н. Чуканов был избран членом-корреспондентом РАН. Он награжден орденом «Дружбы».

Виктор Николаевич любил жизнь во всех её, в том числе деятельных, проявлениях. В нем совмещались качества исследователя и администратора, руководителя научного коллектива.

### Герман Викторович Ермаков



Герман Викторович родился в семье служащего в 1938 г., в городе Пермь. В 1956–1962 гг. учился на физтехе и был распределен работать на физтех ассистентом. В это время он впервые на кафедре поставил опыты по перегреву жидкости методом всплывающих капель. 1963–1966 гг. – учеба в аспирантуре под руководством В.П. Скрипова.

В 1968 г. защитил диссертацию «Исследование спонтанного вскипания и сжимаемость перегретой жидкости», работал доцентом. Прочитал курсы лекций «Статистическая теория жидкости» и «Термодинамика». В 1969 г. переехал в Пермь, где был избран старшим преподавателем Пермского высшего военного училища.

Г.В. Ермаковым исследована кинетика вскипания при больших перегревах жидкостей в сложных системах, содержащих пористые и мелкодисперсные насадки, металлические поверхности и другие элементы, обогащающие систему центрами кипения. Выполнены расчеты температурной границы перегрева и среднего времени ожидания вскипания перегретой жидкости, как при гомогенном, так и при гетерогенном зародышеобразовании.

В 1972 г. по приглашению В.П. Скрипова вернулся в Свердловск и принят на должность зав. лабораторией свойств веществ и сверхпроводящих состояний института теплофизики. По результатам работ в 1989 г. защитил докторскую диссертацию «Термодинамические свойства и кинетика распада метастабильных фаз в системе жидкость – пар и нормальный металл – сверхпроводник».

Большой научный интерес представляют исследования Г.В. Ермакова устойчивости сверхпроводящего состояния. Им был разработан способ изучения кинетики распада метастабильных фаз в системе

нормальный металл – сверхпроводник, исследованы магнитные свойства и кинетика намагничивания высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). Несколько результатов в области сверхпроводимости были признаны достижениями РАН. Герман Викторович руководил работами по созданию опытного образца электроэнергетической установки, работающей на ВТСП и на переменном токе и предназначенной в перспективе для морского флота.

Герман Викторович вел активную преподавательскую деятельность в Уральском госуниверситете, где в 1993 г. получил звание профессора. Читал курсы «Разделение и применение изотопов в промышленности», «Статистическая теория жидкостей», «Термодинамика», «Свойства и кинетика вскипания в перегретых жидкостях», «Курс общей физики», «Сверхпроводимость и сверхпроводящие материалы», «Теплофизика».

Г.В. Ермакову в составе авторского коллектива присуждена Государственная премия Российской Федерации. Он автор более 200 научных работ, в том числе трех монографий, 7 изобретений, подготовил 7 кандидатов наук.

О круге его интересов свидетельствует и медаль ВДНХ за работы по коррекции близорукости у детей и подростков.

### Юрий Фёдорович Герасимов



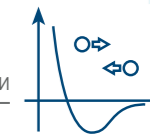
Большой вклад в становление инженерного обучения принадлежит ученику Щеголева, выпускнику 1954 г., ветерану войны Юрию Федоровичу Герасимову. Ю.Ф. Герасимов был одной из самых заметных фигур кафедры. Сотни выпускников прошли через спецкурсы, которые ярко и интересно читал этот скромный педагог. Многие помнят его ценную помощь в организации научных исследований,

практические советы при изготовлении установок и проведении экспериментов.

Ю.Ф. Герасимов родился в 1921 г. в городе Рыбинске Ярославской области в семье рабочего, в доме был подпольный комитет РСДРП, типография. Отца несколько раз арестовывали, он сидел в тюрьмах, побывал в ссылках. В Гражданскую войну с оружием в руках защищал молодую Советскую республику. Во время индустриализации работал директором крупного авиационного завода.

После окончания средней школы в 1939 г. Юрий Федорович поступил в Ивановский энергетический институт, а 11 ноября 1939 г. был призван в Красную Армию. Великую Отечественную войну Ю.Ф. Герасимов встретил в первый же день в Литве, на границе с Пруссией, в составе 270 артиллерийского полка.

Воевал на Северо-Западном, Ленинградском (дважды), Волховском, 3-м Прибалтийском и 1-м Белорусском фронтах. Участник прорыва блокады (февраль 1943 г.) и освобождения Ленинграда (февраль 1944 г.), участник штурма Берлина. Его боевой путь был чрезвычайно насыщен. В начале войны полк, в котором служил Юрий Федорович, находился на берегу Немана. На рассвете 22 июня начался бой, в котором было потеряно около половины личного состава. Под бомбежкой началось отступление от Каунаса в Ленинградском направлении. В артиллерийских войсках Юрий Федорович служил связистом, радистом и разведчиком. Его место в бою было на наблюдательном пункте вблизи цели, требовалось наводить огонь. После взятия Тихвина в 1942 г. Ю.Ф. Герасимов продолжил службу в лыжной бригаде, действовавшей в тылу врага. В ней погиб радист, ему на смену через линию фронта был направлен Юрий Федорович. Только через несколько суток ему удалось в одиночестве найти бригаду и установить её связь с нашими войсками. Из 1500 человек начального состава бригады вернулись всего 92. После взятия Риги наиболее опытных радистов и разведчиков направили в Москву. Он был радистом первого класса, передавал и принимал не менее 120 знаков в минуту, работал на всех радиостанциях, какие были у нас. Здесь Юрий Федорович получил задание, связанное с наступлением на Берлин. Надо было оборудовать наиболее важные радиостанции



новыми секретными средствами связи и обучить радистов. Ю.Ф. Герасимов попал во 2-ю танковую армию генерала Богданова. День Победы встретил в Берлине. После окончания войны он выполнял спецзадание. Находясь в Берлине до октября 1946 г., демобилизовался в июне 1946 г.

О себе он писал: «Я простой солдат, но очень много видел. Здесь нет моей заслуги – просто, видимо, судьба такая. Я видел начало войны, ездил по Дороге жизни в блокадный Ленинград, был в тылу у немцев, дважды был в Генеральном штабе Красной Армии, видел Г.К. Жукова, видел поверженный Берлин, видел приезд Сталина в Потсдам, приход союзников в Берлин, побывал в рейхстаге и рейхсканцелярии, был в Брестской крепости, проехал на машине от Берлина до Москвы».

С 1948 г. Юрий Федорович – студент УПИ: первый год обучался на энергетическом факультете, затем – физтех. Он был единственным фронтовиком в группе и в числе первых прошел дипломирование на кафедре. Ю.Ф. Герасимов учился на физико-техническом факультете с 1949 г. (с момента образования) по 1954 г. По окончании факультета с красным дипломом в мае 1954 г. был принят на кафедру № 23, на должность заведующего лабораторией, которая создавалась во вновь построенном 5-м учебном корпусе с участием Ю.Ф. Герасимова. Изготовил аэродинамическую трубу, используемую до сих пор. Он мог выбрать себе более определенную перспективу и материально лучше обеспеченное будущее, уехав на производство. Имея жену и дочь, получил на физтехе комнату в общежитии и скромную зарплату. Небольшого роста, сухощавый, с острым взглядом, Ю.Ф. Герасимов не производил особенно сильного впечатления, не требовательный в быту, увлеченный любитель рыбалки. Однако его отличала сила характера, талант инженера и огромная работоспособность.

На кафедре проектом был предусмотрен машинный зал. После многолетней волокиты, связанной с секретностью оборудования, комбинат производитель обогащенного урана поставил физтеху группу разделительных машин ОК-6. Затраты на проектирование и монтаж с привлечением специализированной организации были неподъемными. Ю.Ф. Герасимов взялся один выполнить эту работу (без дополнительной оплаты

и без освобождения от педагогической нагрузки). Каскад диффузионных машин предназначался для разделения «тяжелых» изотопов. На нем Ю.Ф. Герасимов провел исследования по разделению смеси легких газов. Результаты исследований явились предметом его диссертации, защищенной в 1967 г. С 1975 г. он доцент кафедры молекулярной физики. Юрий Федорович был мастером на все руки. Им были смонтированы масс-спектрометры МИ-1305 и создана на кафедре масс-спектрометрическая лаборатория.

Вот выписка из характеристики того времени: «...с 1959 г. Ю.Ф. Герасимов работал старшим преподавателем, с 1963 г. читал спецкурс «Технология и оборудование производства» в объеме свыше 100 часов. Лекции читал и по форме, и по содержанию на высоком уровне: четко, доходчиво, тщательно к ним готовясь, обеспечивая высокую успеваемость студентов. С 1964 г. руководил курсовым проектированием, много работал над улучшением содержания и качества курсовых проектов, совершенствовал методику расчета, разнообразил и улучшал качество чертежей, помогал студентам, внимательно и требовательно относился к ним. В 1971 г. был признан лучшим по институту руководителем курсового проектирования...». В 1974 и 1978 гг. был признан лучшим лектором, лучшим руководителем дипломного проектирования, за что в 1974 г. получил благодарность МВ и ССО РСФСР, награжден нагрудным знаком «За отличные успехи в работе».

Юрий Федорович был очень скромный человек и никогда не афишировал свои успехи, поэтому долго мало кто знал, что Ю. Ф. Герасимов – основатель принципиально нового научного направления. Это направление касается решения сложной проблемы, как наиболее эффективно передать тепловую энергию при минимальном перепаде температур, не используя при этом других видов энергии. В середине 60-х гг. в научно-технической литературе появились сообщения о тепловых трубах (ТТ). Классические тепловые трубы представляли собой малогабаритные устройства, в которых используется принцип испарительного охлаждения, а перенос теплоты происходит в результате циркуляции теплоносителя по замкнутому двухфазному контуру с капиллярным механизмом возврата теплоносителя в зону испарения без дополнительных затрат энергии. Их теплопроводность в тысячи раз превышала

теплопроводность лучших теплопроводящих материалов. Однако первые же попытки, использования ТТ для передачи тепла против сил тяжести, привели к разочарованию – они резко снижали или просто теряли свою теплопередающую способность. Оказалось, капиллярный механизм транспорта весьма чувствителен к противодействию гравитационных сил.

Многие исследователи брались решить эту задачу заставить тепловые трубы эффективно передавать тепло при неблагоприятном положении в поле сил тяжести. Но все попытки либо давали отрицательный результат, либо настолько усложняли конструкцию ТТ, что она становилась неэффективной.

Юрий Федорович взялся за «неразрешимую» задачу – создание своей конструкции тепловой трубы. С 1971 г. день за днем, месяц за месяцем на своём рабочем месте он колдовал над будущим устройством, придумывал новые оптимальные решения. Понимание физической природы задачи, личный опыт и мастерство позволили ему сформулировать основные принципы существенно новых теплопередающих устройств – контурных тепловых труб (КТТ). В отличие от классических ТТ, капиллярная среда размещается локально, только в зоне теплоотвода. Высокое капиллярное давление обеспечивается её мелкопористостью. Зона генерации пара (фазового превращения) максимально приближена к теплоотводящей поверхности. Эвакуация пара осуществляется без контакта с жидкой средой по пароотводящим каналам. Интересна история первой заявки на изобретение этой конструкции. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте государственной и патентной экспертизы просто в неё не поверили и слали всевозможные отписки. Только после демонстрации действующего образца КТТ в ВНИИ ГПЭ заявку утвердили. Оказалось, что через пять дней аналогичную заявку подали американцы.

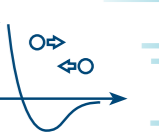
Впервые в мире были разработаны тепловые трубы с отдельными каналами для пара и жидкости с капиллярно-пористой структурой только в испарителе. Такие устройства осуществляют существенно больший теплоперенос, чем другие конструкции тепловых труб и могут работать при любой ориентации в гравитационном поле, при ускорении до 10 g.

Ю.Ф. Герасимов создал научную школу, его ученики успешно продолжают его дело. В 1971 г. к Ю.Ф. Герасимову на дипломирование пришел Ю. Ф. Майданик, а на УИРС Ю.Е. Долгирев. По результатам первых исследований в 1972 г. был защищён диплом Ю.Ф. Майдаником, отослана заявка на изобретение и статья в журнал «Теплофизика высоких температур». В 1973 г. инженером пришёл В.М. Кисеев В 1971–1972 гг. был выполнен первый договор между предприятием и группой Ю.Ф. Герасимова.

Одна из разработок – «тепловая труба» была удостоена диплома и серебряной медали ВДНХ СССР (1979), а другая – золотой медали Лейпцигской ярмарки (1984). Под руководством Ю.Ф. Герасимова были выполнены важнейшие работы 1-й категории по постановлению Правительства. Почти все они внедрены в электронной, атомной промышленности, в космической, авиационной и ракетной технике. Опубликовано около 60 печатных работ, получено 22 авторских свидетельства. Сегодня контурные тепловые трубы стали интернациональными – их используют США, Корея, Китай, ряд Европейских стран. В июле и сентябре 1986 г. впервые в мировой практике на российских космических аппаратах «Горизонт» и «Гранит» были проведены успешные летные испытания КТТ в условиях невесомости. Позднее в 1997 г. такие испытания провели американские исследователи на борту «Колумбии».

Юрий Федорович награжден орденами «Красная Звезда», «Отечественная война» II ст., медалями «За боевые заслуги», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне», «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», а также юбилейными медалями, «50 лет Вооруженных сил СССР», «Двадцать лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «30 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «60 лет Вооруженных сил СССР». За изобретательную деятельность и внедрение изобретений награжден медалью «Изобретатель СССР».

Нельзя не вспомнить высказывание В.П. Скрипова: «Считаю удачей в своей жизни, что почти двадцать лет я проработал на кафедре вместе с Ю.Ф. Герасимовым». Человек дела, Юрий Федорович своим образом действий в повседневности благотворно влиял на окружающих. Он не



любил болтовни, разболтанности, грубых слов, неискренности, умел помогать, коллегам, часто незаметно для них.

### Юрий Фольевич Майданик



Юрий Фольевич родился в 1946 г. в г. Свердловске, отец военнослужащий, мать домохозяйка. Первый ученик Ю.Ф. Герасимова обладал высокой работоспособностью и целеустремлённостью, лидерскими способностями. И это не удивительно: сын военного, поездивший по стране, привыкший к дисциплине, занимавшийся спортом. К примеру, будучи школьником, он стал чемпионом Армении по десятиборью. Школу закончил в Ереване. Окончив в 1972 г. физтех, Ю.Ф. Майданик последующую деятельность посвятил тепловым трубам. В 1977 г. защитил кандидатскую диссертацию «Разработка и исследование низкотемпературных тепловых труб, работающих при различных ориентациях в гравитационном поле» и продолжил работу на физтехе в качестве младшего научного сотрудника. В 1979 г. перешел в отдел Физико-технических проблем энергетики. Он самостоятельно разработал оригинальные авторские модификации КТТ. Юрий Фольевич не только специалист высокой квалификации, но и незаурядный организатор, в 1988 г. организовал лабораторию Теплопередающих устройств. В 1993 г. Ю.Ф. Майданик защитил докторскую диссертацию по совокупности работ «Контурные тепловые трубы и двухфазные теплопередающие контуры с капиллярной прокачкой». По результатам совместных исследований под его руководством защищено четыре кандидатские диссертации. Ю.Ф. Майданик много работает с предприятиями оборонной и космической отрасли. Его работы получили признание на

отечественном и международном уровнях. В 1999 г. он стал Лауреатом Государственной Премии в области науки и техники. С 2004 г. по 2016 г. он Председатель Международного Комитета по Тепловым трубам. С 2005 г. Член Российского Национального Комитета по Теплообмену, Лауреат Премии УРО РАН им. академика В.П. Скрипова (2012), член редакционных советов международных научных журналов. Автор и соавтор более 230 научных публикаций и 66 патентов на изобретения. В последнее время организовал производство тепловых труб на одном из предприятий Екатеринбурга.

Фанатичная преданность работе у Юрия Фольевича совмещается заботой о семье. Увлекается самолетами, – знает практически все их типы, особенно времен войны, чем неоднократно удивлял своих зарубежных партнеров.

### Валерий Михайлович Кисеев



Валерий Михайлович родился в 1948 г. в городе Тавда в семье служащих. После окончания школы с серебряной медалью поступил на физтех. В 1972 г. с отличием завершил обучение на кафедре молекулярной физики, в 1973 г. начал работать под руководством Ю.Ф. Герасимова и Г.Т. Щеголева. Практически одновременно с Ю.Ф. Майдаником в 1977 г. защитил диссертацию «Разработка методов увеличения длины теплопереноса в низкотемпературных тепловых трубах» и продолжил работу младшим научным сотрудником. После назначения П.Е. Суетина ректором УрГУ в 1978 г. несколько перспективных сотрудников кафедры технической физики УПИ по его приглашению перешли на кафедру общей и молекулярной физики университета, заведовать которой стал Паригорий Евстафьевич, где В.М. Кисеев работает по настоящее время профессо-

ром. За это время им организована лаборатория теплопереноса в гетерогенных средах. В 2001 г. защитил докторскую диссертацию «Теплоперенос и фазовые превращения в мелкопористых капиллярных структурах». При активном участии В.М. Кисеева на физическом факультете УрГУ создано новое научное направление «Теплоперенос и фазовые превращения в мелкопористых капиллярных структурах», по которому защищена одна докторская и три кандидатские диссертации. Им подготовлены и читаются лекции по физике жидкости и физике теплопередающих систем, теплоперенос в гетерогенных средах. Валерий Михайлович опубликовал более 120 научных статей, получил 28 свидетельств на изобретения и патенты. В.М. Кисеев является членом международной ассоциации «Heat Pipes», в качестве консультанта работал по приглашению в США, Южной Кореи, Бразилии, там же читал тематические лекции. Профессиональное общение на международном уровне говорит само за себя и не требует комментариев.

В.М. Кисеев будучи студентом и аспирантом выступал за сборную физтеха по волейболу, футболу и баскетболу. Он каждое лето выезжал на целину, где работал каменщиком, причем считался лучшим каменщиком на факультете. Валерий Михайлович охотник и так же, как и Юрий Федорович, заядлый рыбак.

### Юрий Евгеньевич Долгирев



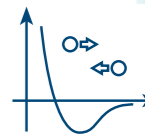
После ухода В.М. Кисеева и Ю.Ф. Майданика, Ю.Ф. Герасимов и Ю.Е. Долгирев продолжили совместную работу.

Юрий Евгеньевич родился в 1946 г. в г. Тюмени в семье служащих. Ю.Е. Долгирев окончил Свердловский электромеханический техникум и был призван в Советскую армию. На дальнейшее

его образование оказал определяющее влияние брат матери, который будучи сотрудником И.В. Курчатова по результатам работ вошел в список интеллектуалов XXI века, составленный международным биографическим центром Кембриджа. Подготовившись к экзаменам после трёх лет службы, поступил в 1968 г. на физтех. В 1971 г. Юрий Евгеньевич пришел к Ю.Ф. Герасимову, вначале занимался керамическими фитилями тепловых труб, но после защиты диплома в 1974 г. переключился на моделирование и теоретические разработки. Так повелось, что экспериментальную работу выполняли Ю.Ф. Майданик и В.М. Кисеев, расчетную – Ю.Е. Долгирев. В феврале 1979 г. им была защищена кандидатская диссертация «Исследование, расчет и оптимизация тепловых труб, работающих при любой ориентации в поле массовых сил». После чего началась его преподавательская деятельность на кафедре вначале в качестве ассистента, затем доцента. В 1981 г. в лабораторию пришел В.Е. Атанов и с ним была разработана центробежная тепловая труба с отдельными каналами, которая легла в основу его диссертации. Позже совместно с М.Ш. Гадельшиным была создана крупногабаритная плоская тепловая труба. Обе модификации КТТ были разработаны и созданы по оборонным заказам и не имели аналогов. После защиты кандидатских диссертаций В.Е. Атанов и М.Ш. Гадельшин – доценты кафедры технической физики.

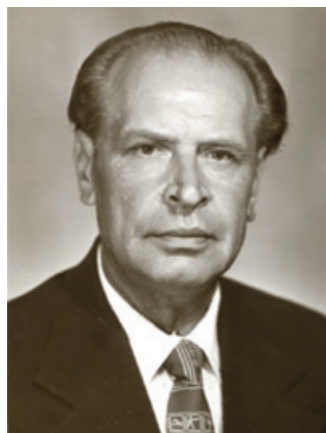
С 1990 г. Ю.Е. Долгирев 25 лет являлся ученым секретарем кафедры, пройдя через перестройку и модернизацию образования. Им издано два учебных пособия и электронный вариант читаемого курса, опубликовано более 60 научных статей, получено 16 авторских свидетельств и патентов. Он удостоен юбилейной медали «Росатома», является ветераном труда.

Юрий Евгеньевич со студенческих лет увлекался спортом – имел первый разряд по лыжам. Его хобби – загородный дом и огород, на котором практику проходят трое сыновей и семеро внуков. Юрий Евгеньевич, как и его учитель Юрий Федорович Герасимов отличается скромностью, доброжелательностью и ответственным отношением к своей работе. Он с полной отдачей продолжает трудиться на кафедре технической физики.



## Уральская школа явлений переноса в разреженных газах

### Паригорий Евстафьевич Суетин



Если с деятельностью Григория Тимофеевича Щеголева связаны начальная организация кафедры и развитие специальной инженерной подготовки, то Паригорий Евстафьевич внес определяющий вклад в становление кафедры как многопланового научно-педагогического коллектива.

Паригорий Евстафьевич Суетин родился в 1927 г. в с. Краснояр Ревдинского района Свердловской области в семье крестьянина. Мать – домашняя хозяйка многодетной семьи. В тяжелое военное время семья приняла решение, что Горик (так звали его близкие) должен получить высшее образование, его способности были подкреплены отличным аттестатом. В 1944 г. он стал студентом энергофака УПИ, а через 4 года – студентом физтеха. В 1950 г. Паригория Евстафьевича направили на дипломирование в Лабораторию измерительных приборов, на базе которой впоследствии сформировался Институт атомной энергии. В 1951 г. на заседании государственной экзаменационной комиссии, представленной такими известными учёными, как И.К. Кикоин, М.Д. Миллиончиков, Л.А. Арцимович, он защищает дипломную работу и получает диплом с отличием. Студент первого выпуска физтеха направляется работать на кафедру № 23 в качестве заведующего лабораторией. С этого времени начинается важный период в его жизни: становление как личности и ученого. Этот период связан с обучением в аспирантуре при Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова, куда Паригорий Евстафьевич был зачислен в 1952 г., где под руководством академика М.Д. Миллионщикова и при участии талантливых экспериментаторов,

Е.М. Каменева и И.А. Савельева, он продолжил заниматься конструкцией центрифуги для разделения изотопов.

В 1956 г. Паригорий Евстафьевич на ученом совете НИИ 8 у Н.А. Доллежала успешно защищает диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук, возвращается на кафедру № 23 и становится старшим преподавателем.

П.Е. Суетин вспоминал: «Поскольку жизненный путь – путь преподавателя вуза вполне определился, необходимо было пополнять свои знания, увеличивать эрудицию, прежде всего по математике». Им был подготовлен курс по технике безопасности при работе с радиоактивными веществами, прочитаны лекции по разделению изотопов, гидродинамике, кинетической теории газов. Курс кинетической теории газов не имел в то время аналогов. По нему Паригорий Евстафьевич подготовил авторское учебное пособие, по механике сплошных сред издал учебник.

В 1961 г. Паригория Евстафьевича избирают доцентом кафедры, а с 1962 г. назначают заведующим. В это время наметилась переподготовка кадров для предприятий и организаций отраслевого министерства – Минсредмаша СССР. Главной заботой молодого заведующего стало расширение профиля подготовки выпускников с возможностью их дальнейшего трудоустройства не только на предприятиях Средмаша, но и в других отраслях народного хозяйства и научных учреждениях. В короткие сроки были радикально пересмотрены, разработаны и согласованы в министерствах новые учебные планы. На кафедре, которой было присвоено открытое наименование «кафедра молекулярной физики», появилась специальность «Ядерные энергетические установки».

Одновременно формировалась тематика научных изысканий. Попытка продолжить исследования на самостоятельно разработанной, изготовленной многокамерной центрифуге была пресечена на корню соответствующими службами, запретившими заниматься такими исследованиями в стенах института. В соответствии с профилем специальной подготовки им были выбраны исследования процессов переноса в газах, а также на границе газ – твёрдое тело. Появились первые аспиранты: Б.А. Ивакин, который провел прецизионные измерения коэффициентов диффузии,

П.В. Волобуев, с которым проведено исследование явления бароэффекта, Б.Т. Породнов – изучены закономерности течения газов в каналах при произвольных числах Кнудсена. Изначально Паригорий Евстафьевич позиционировал себя как экспериментатор. Однако по мере развития исследований перешел на уровень значительных теоретических обобщений. Он сумел оснастить кафедру необходимыми оборудованием, приборами и материалами для экспериментов и одновременно обеспечивал постановку и исполнение теоретических исследований своих учеников. Под руководством П.Е. Суетина разработаны методы теоретического и экспериментального анализа явлений переноса в разреженных и умеренно плотных газах и их кинетических свойств в широком диапазоне изменения физических параметров. Исследованы такие специфические, явления как бароэффект и диффузионное скольжение, термокрип, термо- и фотофорез аэрозольных частиц, и их влияние на свойства переноса газов в промышленных устройствах и установках. Теоретическая разработка кинетических процессов на границе газ – твёрдое тело позволила решить ряд практических задач аэрокосмической и оборонной техники.

В 1971 г. Паригорий Евстафьевич успешно защищает диссертацию на соискание учёной степени доктора физико-математических наук, а через год становится профессором кафедры молекулярной физики. Выбранное им научное направление расширяется и по тематике, увеличивается число аспирантов и защит диссертаций. Работая на различных административных должностях, он успешно выполнял функции ученого и педагога. Каждый из его учеников помнит те времена, когда в конце рабочего дня в лаборатории обязательно появлялся Паригорий Евстафьевич и начиналось обсуждение полученных результатов и возникающих вопросов. При личном участии и совместно с аспирантами и сотрудниками им опубликовано свыше 230 научных и учебно-методических работ. В созданной под научным руководством П.Е. Суетина школе защищено более 60 кандидатских диссертаций и подготовлено 7 докторов наук. В их числе Б.Т. Породнов, С.Ф. Борисов, В.Д. Селезнев, ставшие заведующими кафедр. Им создана уральская школа по явлениям переноса в разреженных газах.

Трудно кратко представить все стороны деятельности Паригория Евстафьевича. Он был прежде всего человеком в самом востребованном смысле этого слова и в то же время известным ученым,

педагогом, талантливым организатором. Последнее качество его особенно ярко проявилось, когда Паригорий Евстафьевич стал заместителем декана, деканом физтеха, а затем ректором Уральского государственного университета.

В 1959 г. его назначили заместителем декана факультета. В 1970 г. П.Е. Суетин стал деканом физтеха. Как декан он поддерживал и способствовал развитию традиционных направлений учебной и научно-исследовательской работы факультета. Из наиболее ответственных дел было выстраивание отношений с отраслевым министерством.

Его интересы не ограничивались только физикой, которой занимался увлеченно и самоотверженно, но и компетентно интересовался литературой, искусством. Паригорий Евстафьевич много читал. Это была естественно-научная, художественная, историческая и философская литература. Он любил классическую музыку и русские романы, обладал хорошим слухом, неплохо играл на гитаре и с чувством пел своим немного хрипловатым голосом. Студенты и аспиранты кафедры могли видеть своего руководителя идущим по коридору кафедры или возле экспериментальной установки, тихонько насвистывающего мелодию из оперного репертуара Россини или Верди. В неформальной обстановке был душой компании.

Говоря о личности Паригория Евстафьевича, нельзя не упомянуть о том, что это был скромный человек, одним из подтверждений этого является его комната размером 2 на 3 метра, построенная полностью своими руками в родовом доме на берегу Ревдинского водохранилища, где проводил каждый свой отпуск. Он любил рыбалку, мог днями, невзирая ни на жару, ни на холод, высиживать в лодке ради единственной поклёвки. У него был великолепный, на уровне подсознания нюх на грибы, особенно рыжики.

В 1976 г. П.Е. Суетин был назначен ректором Уральского государственного университета и стал заведующим кафедрой общей и молекулярной физики, где продолжил исследования по газовой тематике.

Паригорий Евстафьевич Суетин вошел в историю Уральского федерального университета как ученый, педагог, организатор подготовки инженерных и научных кадров. За научно-педагогическую и административную деятельность Паригорий Евстафьевич награжден двумя орденами Трудового

Красного Знамени (1976, 1981) и медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина». Ему присвоено звание Заслуженный деятель науки РСФСР.

### Борис Александрович Ивакин



Исследования диффузионных процессов в разреженных газах под руководством П.Е. Суетина проводила группа его аспирантов. При этом на кафедре была создана газодинамическая лаборатория, разработаны авторские устройства, основанные на различающихся физических принципах их работы. В результате были получены экспериментальные данные на уровне справочных. Первым экспериментатором по этому направлению был Б.А. Ивакин.

Борис Александрович по праву относился к поколению, которое сейчас называют «дети войны». Он родился в 1931 г. в крестьянской семье в селе Катаево Кировской области. Трудовую деятельность начал тринадцатилетним подростком в 1944 г. электросварщиком на Кировградском химзаводе. Позже он вспоминал: «Великая Отечественная война была испытанием не только для взрослых, но и для нас, подростков. Семья у нас была довольно большая – четверо братьев. Отец (по возрасту) был призван в трудовую армию. Остались мы с матерью. Жить было голодно. В такое тяжелое время я и решил работать учеником сварщика. Вскоре трудился самостоятельно. Работали мы по 12 часов без выходных и отпусков. Я понимал, что безграмотный (окончил всего 5 классов). Поступил в вечернюю школу. Так прошло мое детство». В 1948 г. молодой рабочий был направлен заводом в Уральский политехникум,

но не закончил обучение. В 1951 г. призван в армию. Служил во Владивостоке механиком самолета. За время службы прошел обучение на авиамеханика ВВС. За отличные показатели в боевой подготовке ему было присвоено офицерское звание и разрешено завершить среднее образование в вечерней школе во время службы. После демобилизации снова работал сварщиком на том же заводе.

Родители семьи Ивакиных простые труженики воспитали своих сыновей с высшим образованием. Все четверо – выпускники физтеха, подтвердившие свою квалификацию учеными степенями. Только один из них, Борис Александрович, всю свою жизнь связал с УПИ, с кафедрой молекулярной физики. В 1954 г. он был зачислен студентом, а в 1960 г. с отличием завершил обучение по специальности «Техническая физика» и принят на кафедру инженером. В 1963 г. он защитил диссертацию на соискание степени кандидата технических наук по теме «Измерение коэффициентов взаимной диффузии газов растровым методом». Работа над темой потребовала практических навыков, которыми Борис Александрович отличался в дальнейшем как мастер на все руки. За время работы на кафедре он внес большой вклад в становление учебных лабораторий. В качестве сначала ассистента, а затем доцента им были прочитаны «Статистическая физика», «Механика сплошных сред», «Кинетическая теория газов», «Теория ядерных реакторов», спецкурсы по разделению изотопов. Борис Александрович был безотказным в любой работе. Длительное время являлся ученым секретарем кафедры. Он автор более 40 публикаций по явлениям переноса в газах.

Б.А. Ивакин уравновешен в общении, отличался доброжелательным отношением к коллегам. Увлекался спортом, имел второй разряд по тяжелой атлетике, в личной жизни всегда был мастеровым.

Ветеран труда, награжден медалью «За доблестный труд во время Великой Отечественной войны» и юбилейной медалью «30 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945», неоднократно удостоен грамотами в периоды работ на заводе и в институте.

### Борис Алексеевич Калинин

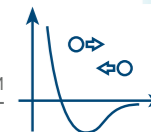


Борис Алексеевич родился в 1940 г. в городе Оханске Пермского края в семье служащего. После окончания обучения в средней школе в 1957 г. он был зачислен студентом кафедры № 23 физтеха УПИ. В 1964 г. с отличием защитил диплом и был распределен на кафедру.

В 1955 г. Борис Алексеевич поступил в аспирантуру к П.Е. Суетину. Ему было предложено освоить на кафедре наиболее точный метод определения коэффициентов взаимной диффузии газов – двухколбовый метод, предложенный Б.А. Ивакиным, с использованием масс-спектрометрической техники измерений. Анализ полученных результатов осуществлялся в контексте с учетом потенциалов межмолекулярного взаимодействия. В 1974 г. Б.А. Калинин защитил кандидатскую диссертацию на тему «Температурная зависимость коэффициентов взаимной диффузии газов и межмолекулярные силы». В следующем 1975 г. ему было присвоено звание доцента.

Практически сразу после приглашения работать на кафедре Борис Алексеевич приступил к педагогической деятельности. Им был прочитан курс лекций по теории ядерных реакторов и механике сплошных сред. В дальнейшем были прочитаны лекции по физике жидкости и спецкурсы по разделению изотопов. Он принимал участие в становлении на кафедре специальности по информатике. Занимался моделированием физических процессов в среде стандартных пакетов, прочитал курс лекций по мультимедиа технологиям.

Область его научных интересов связана с масс-спектрометрическим микроанализом газовых смесей и изучением сопутствующих адсорбционных процессов. Ему совместно с аспирантом



при использовании авторской программы удалось обнаружить и идентифицировать в масс-спектре гексафторида урана метастабильные ионы. Сведения по обнаружению малых сигналов и о влиянии метастабильных ионов на формирование масс-спектров, а также программное обеспечение их обработки опубликованы в отечественных и зарубежных журналах.

Борис Алексеевич отличается активной жизненной позицией, был секретарем партбюро физтеха. Он успешно занимался спортом, играл в баскетбол, чемпион третьих студенческих игр 1962 г. Имеет ряд поощрений. Награжден нагрудным знаком «За отличные успехи в работе», почетной грамотой «Росатома», «Ветеран атомной энергетики и промышленности».

### Арнольд Эрлихович Лойко



В исследованиях процессов диффузии газов, и связанных с ними фундаментальных, а также прикладных проблем была задействована на кафедре под руководством П.Е. Суетина группа аспирантов. Одним из них был А.Э. Лойко.

Арнольд Эрлихович родился в городе Бирске Башкирской АССР (ныне Башкортостан). Там же в 1961 г. получил аттестат о завершении с медалью среднего образования. После чего в течение года трудился рабочим местного завода, потом в 1962 г. поступил учиться в УПИ. Его студенческие годы в качестве старосты академической группы прошли при кафедре № 23 физтеха. В 1968 г. он завершил обучение по специальности «Разделение и применение изотопов» и был распределен работать инженером на кафедру. Каждое такое распределение молодого специалиста на кафедру не было случайным. Имел место персональный отбор далеко не по формальным критериям.

Далее последовал период творческого становления: аспирант, ассистент, доцент, ценой интенсивной научной и педагогической работы без преференций, предусмотренных профильным производственникам. В 1973 г. А.Э. Лойко досрочно защитил диссертацию на соискание степени кандидата физико-математических наук по теме «Исследование молекулярной диффузии в разреженных газах». В работе путем масс-спектрометрических измерений были установлены значения коэффициентов взаимной диффузии в широком интервале температур 700–80 К. Это позволило уточнить потенциалы межмолекулярного взаимодействия в смесях газов.

В дальнейшем он продолжил исследование диффузии и термодиффузии в широком интервале температур и давлений. Совместно с Г.П. Титовым (ныне доцент, к.ф.-м.н. каф. АЭ и ВИЭ УрФУ), в прошлом также аспирантом П.Е. Суетина, были разработаны и сконструированы термодиффузионные устройства, предназначенные для концентрирования газообразных радионуклидов. Одно из них предназначалось для обнаружения и измерения содержания радионуклидов в рабочих помещениях, другое – для технологического применения при отделении радиоактивных веществ из рабочей атмосферы реактора БН при его перегрузках. Признание этой работы подтверждено наградным знаком «Изобретатель СССР».

А.Э. Лойко проводил лабораторные занятия, читал лекции по физическим методам разделения изотопов и теплофизике. Основная учебная нагрузка Арнольда Эрлиховича – курс лекций «Термодинамика». По этой дисциплине им созданы учебные пособия и многочисленные методические разработки. Совместно с Г.П. Николаевым он впервые на кафедре системно обеспечил текущий тестовый контроль знаний студентов с использованием авторского информационного обеспечения. Им в соавторстве опубликованы более 30 учебно-методических разработок. Общее число публикаций Арнольда Эрлиховича – более 130. Он удостоен грамоты ЦК ВЛКСМ, «Росатома», Министерства образования и науки Российской Федерации, является ветераном труда.

### Борис Трифионович Породнов



Завершил обучение в Уральском политехническом институте в 1964 г., инженер-физик. Аспирант, ассистент (1964–1969), доцент (1969–1981), зав. кафедрой молекулярной физики (1976–1994), профессор (1981), к.ф.-м.н. (1969), д.ф.-м.н. (1980).

Породновы ведут свою родословную от уральского казачества. В начале тридцатых годов семья была выслана в Казахстан. Там в г. Джамбуле в 1934 г. родился Борис Трифионович. Его отец – участник Отечественной войны, попал в плен и вернулся только в конце 1945 г. Жизнь семьи, в которой росли 4 брата, в военные годы была трудной. Борис стал школьником в 1942 г. В старших классах был секретарем комсомольской организации школы, увлекался спортом, выступал запевалой в хоре.

В 1952 г. Борис Трифионович с медалью окончил школу и поступил в Актюбинскую летную. В 1956 г. он с отличием завершил военное образование в Батайском военном училище истребителей и два года являлся летчиком, затем старшим летчиком-истребителем 2-го класса ВВС Прибалтийского военного округа в городе Крустпилсе (Латвия).

В 1958 г. старший лейтенант Б.Т. Породнов, к тому времени уже не холостяк, по состоянию здоровья прекратил лётную службу и поступил на физтех УПИ. Шесть лет были прожиты с семьёй, в которой росли два сына, в комнате 10-го студенческого корпуса, где он был председателем студсовета. Вызывает уважение, что его супруга Вера Андреевна поддержала мужа и разделила с ним бытовые «радости» студенчества. Это был отсек общежития, в котором проживали молодые семьи. В соседней комнате со своей семьёй находился руководитель его дипломной работы, в то время

аспирант, П.В. Волобуев. По окончании учебы в институте Б.Т. Породнов как офицер ВВС получил квартиру и остался на кафедре молекулярной физики аспирантом под руководством П.Е. Суетина. За годы аспирантуры Борис Трифионович дважды проходил офицерские сборы. В 1970 г. ему было присвоено звание капитана.

Его научная деятельность на долгие годы была посвящена динамике разреженных газов при произвольных режимах течения с учетом их взаимодействия со стенками каналов.

Были разработаны теоретические модели и методы решения уравнения Больцмана и систем уравнений переноса молекулярных признаков. Проведены экспериментальные исследования задач внутреннего и внешнего течения потоков газа, в том числе импульсных и высокоэнергетических. Изучены такие физические явления, как Кнудсеновский минимум и Эйлеровский предел в расходных характеристиках, термомолекулярная разность давления, вязкое и тепловое скольжение.

Под его руководством выполнялись важнейшие прикладные исследования по заказам Минсредьмаша и Минобороны страны, в том числе по разработке газовых мишеней для получения высокоэнергетических ионных потоков заданной интенсивности и направленности.

В 1968 г. ему присвоена ученая степень кандидата, а в 1980 г. – доктора физико-математических наук.

В последние годы Борис Трифионович совместно с Б.Т. Будаи проводил исследования в области оптико-электронного приборостроения. Были детально разработаны принципы построения высокостабильных оптико-электронных систем, их алгоритмы управления и алгоритмы обработки изображений, позволяющие многократно (в 3 и более раз) увеличить дальность обнаружения, распознавания и устойчивого сопровождения физических объектов в сложных погодных условиях и отношениях сигнал/шум меньше 1.

Под руководством Б.Т. Породнова защищено 17 кандидатских диссертаций, три его бывших аспиранта стали докторами наук. Он автор около 300 публикаций, из них 60 отчетов по НИР, 5 авторских свидетельств, 2 патента и 20 методических пособий.

Его учебная работа в основном связана с дисциплинами «Кинетическая теория газов» и

«Механика сплошных сред». По «Механике сплошных сред» он издал электронное учебное пособие.

Борис Трифионович ответственно исполнял общественные и административные обязанности. После перехода П.Е. Суетина в университет он в сложный период с 1976 по 1994 г. являлся заведующим кафедрой. При его активном участии при кафедре была создана отраслевая научно-исследовательская лаборатория. Он находился в постоянном деловом общении с базовыми предприятиями и Минатомом. Это занимало много времени и сил. На него пришлось ответственность за выбор будущего кафедры при новых реалиях.

Борис Трифионович всегда находил время для семьи, родственников, друзей. По выходным дням выезды в лес по грибы и ягоды. Зимой – подледная рыбалка. Дома – шахматы, фотография, создание домашней библиотеки. Приобретение дачного участка добавило семейных хлопот и забот.

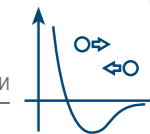
Б.Т. Породнов награжден медалями «40 лет Советской Армии», «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И.Ленина», «Ветеран труда» и почётными знаками «Ветеран атомной энергетики и промышленности», «Рыцарь науки и искусства», «Почетный работник высшего профессионального образования».

### Владимир Дмитриевич Селезнев



Научные компетенции Владимира Дмитриевича относятся к развитию статистических и неравновесно-термодинамических методов применительно к динамике разреженных газов, закономерностям взаимодействия газ-поверхность и описанию перекрестных эффектов.

Он родился в 1943 г. в Ульяновске. Отец – летчик, педагог летного училища, участник Отечественной войны. Мама – домохозяйка многодетной семьи.



Двое детей стали кандидатами наук. В 1960 г., окончив с золотой медалью школу, В.Д. Селезнев поступил в УПИ. Принимал активное участие в общественной работе. Был комсоргом группы, секретарем комсомольской организации физтеха. С отличием завершил студенчество дипломом инженера-физика и был принят в 1966 г. ассистентом на кафедру молекулярной физики.

С этой кафедрой связана вся его последующая трудовая жизнь. Ассистент, аспирант (1966–1974), доцент (1977), профессор (1991), зав. кафедрой (1992–2008).

В аспирантуре под руководством П.Е. Суетина он провел исследование бароэффекта в многокомпонентных газовых смесях. Обнаружил эффект диффузионной неустойчивости, показал, что неадиабатичность стенок канала порождает новый класс кинетических явлений. В 1974 г. Владимир Дмитриевич защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Последующая его научная работа была посвящена разработке методов предсказаний и обнаружения этих явлений и их экспериментальному изучению. Анализируя кинетические явления с помощью аппарата неравновесной термодинамики прерывных систем, В.Д. Селезнев, в частности, провел исследование таких новых эффектов, как газовый аналог эффекта Пельтье, аккомодационная откачка и акустическая разность давлений, разработал теорию теории немасвелловской десорбции. Совместно с Н.Ф. Балахоновым предложил модель взаимодействия газа с поверхностными фононами стенки канала. По совокупности исследований итог был подведен в докторской диссертации В.Д. Селезнева «Движение разреженных газов и их смесей в каналах мембран. Взаимодействие газ – твердое тело».

Развитием полученных результатов по газовой тематике стали работы, которыми В.Д. Селезнев занимался после защиты докторской. Совместно с сотрудниками Казахского госуниверситета было продолжено изучение аномальной диффузионной неустойчивости многокомпонентных газов в поле сил тяжести. При непосредственном участии Владимира Дмитриевича В.Н. Косовым по этому эффекту защищена докторская диссертация.

Совместно с В.И. Токманцевым практически значимыми явились разработки, теоретических моделей разделения изотопов в газовых центрифугах.

Они базировались на уточнении газодинамики и обусловленном ею вторичном обогащении. Исследования в этой области проводились на кафедре впервые. В.И. Токманцев защитил по этой тематике докторскую диссертацию, а авторский пакет прикладных программ использовался «Росатомом» при проектировании новых поколений центрифуг.

Молекулярно-термодинамический подход к перекрестным явлениям был применен Владимиром Дмитриевичем совместно с А.В. Мелких к проблеме активного переноса ионов в биомембранах. Ими впервые была построена неравновесно-статистическая модель такого транспорта. Получена зависимость потенциала покоя от разности химических потенциалов АТФ-АДФ и от концентраций ионов вне клетки. По результатам этой работы в 2006 г. А.В. Мелких защитил докторскую диссертацию. Фундаментальные исследования по этой тематике насчитывают более десятка статей. Эти работы были обобщены и представлены А.В. Мелких и В.Д. Селезневом в обзорной статье в престижном журнале *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, в 2012 г.

Интерес Владимира Дмитриевича к термодинамической тематике оказался связанным, в частности, с проблемой развития принципа максимума производства энтропии – одного из значимых в неравновесной термодинамике. Этой проблемой он заинтересовался по инициативе аспиранта Л.М. Мартюшева, который в своей кандидатской и докторской диссертациях продемонстрировал перспективность названного принципа для исследования неравновесных систем, в том числе при кинетических фазовых переходах. Различными приложениями в этом направлении В.Д. Селезнев занимался при описании гидродинамических, химических и других систем.

Владимиру Дмитриевичу довелось заведовать кафедрой в сложные годы реформ, проводимых в том числе и в высшем образовании. На кафедре были организованы две новые специальности. Это способствовало сохранению творческого коллектива кафедры.

В качестве преподавателя Владимир Дмитриевич прочитал курсы лекций по нейтронной физике, теории ядерных реакторов и ядерно-энергетическим установкам. Особого внимания заслуживает его авторский курс физики газов, в котором он под-

робно останавливается на локальном прерывном формализме неравновесной термодинамики, а также понятии энтропии применительно к течению газов. По лекционным материалам им опубликована учебник «Неравновесная статистическая термодинамика разреженных газов». Как педагог В.Д. Селезнев был достаточно строг, но терпелив. Он старательно объяснял пробелы знаний студентам.

Владимир Дмитриевич ответственно и заинтересованно работал председателем двух ученых советов по защита диссертаций. На одном из них впервые на физтехе проводились защиты по тематике разделения изотопов и ядерных реакторов соискателей с предприятий Минатома. Он уделял много личного времени неформальному общению с диссертантами, скрупулезно помогая им качественно представить многоплановые по содержанию работы к защите. Главное для него было «по-новому понять обнаруженные диссертантом результаты, посмотреть их возможные научные следствия».

В целом по результатам своих научных исследований В.Д. Селезнев опубликовал свыше 250 научных работ (в том числе пять монографий). Под его руководством подготовлено 20 кандидатов наук. У трех из них он был научным консультантом по докторским диссертациям.

Его научные интересы не ограничивались рамками созданного им направления исследований. В.Д. Селезнев лауреат Государственной научной стипендии (1992), действительный член международной академии наук о природе и обществе (с 1998). Он награжден нагрудным знаком «Почетный работник Высшего профессионального образования».

Владимир Дмитриевич отличался вдумчивым отношением к своим ученикам и студентам, корректным стилем руководства кафедрой. Одна из его дочерей получила образование на физтехе.

### Сергей Федорович Борисов



Кафедра № 23, первая на физтехе физического профиля, оказалась донором других образовательных и академических структур. В первые годы её представители стали сотрудниками кафедр теоретической и экспериментальной физики факультета. Позже в Институт теплофизики УрО РАН с П.В. Скриповым перешли его ученики, в том числе ставшие докторами, заведующими лабораториями. После назначения П.Е. Суетина ректором УрГУ значимая когорта перспективных наших сотрудников стала преподавателями реорганизованной им кафедры общей и молекулярной физики. Среди них С.Ф. Борисов, заведующий этой кафедрой в 1988–2011 гг.

Сергей Федорович родился в 1946 г. в Свердловске. Трудовую деятельность начал с 15 лет – работал фрезеровщиком на заводе. В 10 классе учился в школе рабочей молодежи, после чего поступил на физтех, Ленинский стипендиат, получил диплом с отличием. Позже он вспоминал: «Образование выпускника физтеха по уровню подготовки, по фундаментальности знаний не уступает университетскому». В 1969 г. был распределен в ядерный центр Арзамас-16. Через полгода вернулся в Свердловск на кафедру и поступил в аспирантуру. Еще в студенческие годы он занимался экспериментальными исследованиями динамики газов в капиллярных каналах под руководством П.Е. Суетина и Б.Т. Породнова. В аспирантуре провел исследования аккомодации импульса газа при взаимодействии с поверхностью. В 1973 г. защитил кандидатскую диссертацию на соискание степени кандидата физико-математических наук. После защиты работал в должности ассистента, а затем доцента кафедры молекулярной физики.



Сергей Федорович проявил себя как комсомольский лидер. В 1975–1978 гг. – секретарь комитета комсомола УПИ, член бюро Горкома, член Обкома комсомола, делегат XVIII съезда ВЛКСМ.

Одновременно он оставался квалифицированным экспериментатором. Область его научных интересов: физическая газодинамика, физика поверхностных явлений, теплофизика. В 1979–1980 гг. прошел научную стажировку в университете штата Висконсин (США). С 1980 г. продолжил работу в УрГУ: заведующий проблемной научно-исследовательской лабораторией молекулярной физики (1980–1987) гг., заведующий кафедрой общей и молекулярной физики 1988–2011 гг. В университете С.Ф. Борисов продолжил изучение взаимодействия в системе газ-поверхность. Эксперименты по нестационарному теплообмену позволили определять коэффициенты аккомодации энергии молекул на стенке. В 1987 г. он защитил докторскую диссертацию, в 1989 г. ему присвоено ученое звание профессора. Сергей Федорович автор более ста научных трудов, в их числе монографии, статьи в российских и зарубежных изданиях, авторские свидетельства. Результаты его исследований опубликованы в монографии «Взаимодействие газов с поверхностью твердых тел», М.: Наука, 1988. Им подготовлены девять кандидатских наук. С.Ф. Борисов являлся членом секции университетов научно-методического совета по физике Министерства науки и образования РФ, экспертом научных проектов РАН.

Он руководил работами по грантам и проектам, выполняемым в рамках российских и международных программ, был координатором внешних связей научно-образовательного центра «Перспективные материалы». В 1992–1993 гг. проректор УрГУ по международному сотрудничеству. В 1994 г. в Оксфорде (Великобритания) избран членом Международного консультативного совета по динамике разреженного газа, член жюри Политехнической школы в Марселе (Франция) по присуждению степени доктора наук в области физики.

Сергей Федорович явился одним из инициаторов создания в УрГУ новых направлений бакалавров, специалистов и магистров по «Теплофизике и молекулярной физике», «Медицинской физике», «Физике кинетических явлений». Им разработаны и прочтены лекционные курсы «Молекулярная физика», «Физика поверхности», «Физика твердого тела и

многофазных границ», «Атомная физика», «История физики», «Концепция современного естествознания». Для него лично две научно-образовательные структуры (физтех УПИ и УрГУ) слились воедино.

За научно-педагогическую и общественную деятельность С.Ф. Борисов награжден медалью «За трудовую деятельность», знаком «Почетный работник высшего и профессионального образования РФ», почетными грамотами.

С детских лет Сергей Федорович получил музыкальное образование, увлекался классической музыкой, живописью, интересовался языкознанием.

#### Владимир Григорьевич Черняк



Владимир Григорьевич родился в г. Каменске-Уральском в 1946 г. Сложилось так, что с раннего детства его воспитывала одна мама. Она работала инженером-технологом. Послевоенные условия жизни семейную ячейку не обошли стороной. Школьные годы Володи прошли в родном городе, с детства он пристрастился к математике.

В 1964 г. поступил на физтех УПИ, заявление подавал на теоретическую физику, но был принят на кафедру № 23. Как отмечал позже, никогда об этом не пожалел. Отношение к учебе было избирательным. Не воспринимал общественные дисциплины, а также некоторые технические. С интересом изучал физические. Сохранилась привязанность к математике. Он самостоятельно изучал вариационное исчисление, функциональный анализ, теорию интегральных уравнений. Это увлечение стало существенным подспорьем в последующей научной работе и поспособствовало профессиональному мировоззрению. После обучения его распределили работать на кафедре общей физики Тюменского индустриального института.

Вскоре Владимир Григорьевич вернулся обратно в Свердловск на кафедру молекулярной физики, где полтора года работал инженером.

В 1971 г. поступил в аспирантуру. Кандидатскую диссертацию, под научным руководством П.Е. Суетина и Б.Т. Породного защитил к концу аспирантуры в 1974 г. Тема диссертационной работы «Кинетическая теория изотермического и неизотермического движения разреженного газа в каналах».

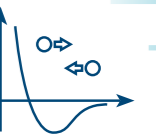
С 1974 г. после окончания аспирантуры около полутора лет работал на кафедре в должности младшего научного сотрудника. С 1975 г. по 1977 г. работал ассистентом кафедры вычислительной техники физтеха.

В 1976 г. был приглашен Суетиным на работу в УрГУ. Работы непочатый край. В качестве помещения кафедры выделялось книгохранилище. Это было полуподвальное помещение, затопленное водой местами до 50 см. Новые люди, другие традиции, другой учебный процесс. Трудное, но очень интересное время.

В УрГУ В.Г. Черняк продолжил исследования закономерностей процессов переноса в каналах, но уже применительно к молекулярным газам и газовым смесям. Им было обнаружено явление светоиндуцированного дрейфа газов. В 1988 г. Владимир Григорьевич защитил в Институте атомной энергии докторскую диссертацию на тему «Граничные эффекты в разреженном газе при произвольных числах Кнудсена». В сфере его научных интересов лазерная кинетика газов, микрофизика аэрозолей, закономерности движения субмикронных и наночастиц в полях неоднородной температуры, концентрации газовой смеси и электромагнитного излучения.

Он осуществлял руководство работами по международным грантам. Вице президент Российского аэрозольного общества (1993). Являлся экспертом научных проектов РАН. С 2011 г. заведующий кафедрой общей и молекулярной физики Института естественных наук УрФУ. По совместительству – заведующий лабораторией физической газокинетики Института физики и прикладной математики УрФУ.

С 1986 по 1991 гг. председатель методического совета физического факультета УрГУ. С 1995 по 2013 гг. – заместитель декана физического факультета по магистратуре.



Владимир Григорьевич подготовил семь кандидатских наук. Он автор и соавтор более 160 работ в ведущих отечественных и зарубежных журналах, в том числе двух монографий, опубликованных центральными издательствами.

За годы педагогической работы им прочитаны лекции по механике сплошных сред, вычислительным машинам и программированию, теории вероятности и математической статистике, кинетической теории газов, динамике разреженного газа, физике открытых систем, концепции современного естествознания, а также по ряду разделов общей физики. Владимир Григорьевич по ряду читаемых дисциплин опубликовал девять учебных пособий.

Он один из организаторов новой для физического факультета УрГУ специальности «Теплофизика и молекулярная физика», направлений подготовки по Медицинской физике и Нанотехнологиям.

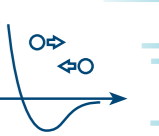
Владимир Григорьевич – почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации. Он книголюб, спортивный болельщик, предпочитает уединенный отдых на природе.

#### Валерий Дмитриевич Акиншин



Валерий родился в 1941 г. в Петропавловске. Его мама – учитель начальной школы, отец – рабочий, участник Отечественной войны. В.Д. Акиншин прошел обучение в Петропавловском машиностроительном техникуме и службу в армии. Поступил в УПИ на физико-технический факультет в 1964 г. Принимал активное участие в общественной работе. Был начальником штаба труда и заместителем секретаря комитета комсомола института. Удостоен медали «За освоение целинных и залежных земель».

Он в 1970 г. получил квалификацию инженера-физика по специальности «Разделение и



применение изотопов» и был распределен в качестве ассистента на кафедре молекулярной физики.

Валерий Дмитриевич под руководством Б.Т. Породного провел экспериментальные исследования изотермического течения разреженных газов в широком диапазоне температур. В 1974 г. по этой теме защитил диссертацию на соискание ученой степени к.ф.-м.н. Ему было присвоено звание доцента. На кафедре он читал лекции по термодинамике, одновременно являлся заместителем секретаря парткома УПИ.

С 1979 г. Валерий Дмитриевич продолжил работу в Свердловском инженерном педагогическом институте на должностях первого проректора, а затем ректора. Им был приобретен опыт руководящей работы в области высшего образования.

Научно-педагогическую деятельность он продолжил в Украине, куда переехал в 1988 г. Заведовал кафедрами Херсонского технического университета, Черкасского филиала Киевского политехнического института, руководил научной работой в Черкасской инженерно-технологическом институте. В 2002 г. В.Д. Акиншин защитил докторскую диссертацию по теме «Газодинамика неоднородных систем: разреженный газ – ядерная мембрана».

В научной работе В.Д. Акиншина обозначилось новое направление после назначения его заместителем директора по научно-экологической проблематике Государственного унитарного предприятия «Радон», г. Москва. Эти обязанности он выполнял в течение трех лет, с 2008 г. После чего работает профессором Черкасского института МЧС.

Валерий Дмитриевич опубликовал более 200 научных статей, 15 монографий, 19 учебных пособий и справочников. В числе монографий В.Д. Акиншина – «Кинетика релаксации разреженного газа в открытых физических системах», «Статистические методы решения локальных и нелокальных задач неравновесной термодинамики». Под его руководством защищено более 20 кандидатских диссертаций.

Он объединил в себе способности руководителя научно-педагогического коллектива и исследователя.

### Александр Геннадиевич Флягин



Научные интересы – исследования проводимости капиллярных систем, конструирование связи ЭВМ и технологических периферийных устройств.

Его мама – чертежница конструкторского бюро, отец, работая с детства во время войны, сумел получить высшее образование инженера-механика. Александр родился в 1951 г. в Свердловске. В школьные годы он постоянный отличник, окончил обучение в 1968 г. с золотой медалью.

Вопросов о будущем образовании не возникало. До 1974 г. студент кафедры молекулярной физики УПИ. В редакции стенгазеты «Физико-техник» он вел раздел сатиры и юмора, являлся членом комитета комсомола факультета. Все время обучения (1969–1974) состоял в «ССО УПИ - Мезон».

В студенческие годы под руководством Б.Т. Породного занимался учебно-исследовательской работой, участвовал в выполнении хоздоговора. В качестве инженера был распределен работать на кафедру, где продолжил исследования под руководством П.Е. Суетина и Б.Т. Породного. Тема работы определение зависимости газодинамической проницаемости капилляров от температуры и рельефа поверхности. В 1980 г. А.Г. Флягин защитил кандидатскую диссертацию. В 1982 г. ему присвоено звание доцента. Александр Геннадиевич прошел на кафедре стандартный должностной путь – инженер, м.н.с., ассистент, ст. преподаватель, доцент.

После защиты диссертации он продолжил научные исследования в области информационных технологий. В частности занимался программированием интерфейсов верхнего уровня в диспетчерских системах. Разработанный им комплекс диспетчерского обслуживания используется в практической деятельности. Александр Геннадиевич автор более

40 публикаций, 2 авторских свидетельства, удостоен серебряной медали ВДНХ.

В его педагогическом активе лекции по механике сплошных сред, теории ядерных реакторов, оборудованию разделительного производства. Им разработаны и прочитаны курсы лекций по информационным технологиям.

Изначально кафедра была отделена от других помещений физтеха. Александр Геннадиевич своими руками выполнил трудоемкую работу – построил «перемычку». Длительное время он от ректората занимался студенческими отрядами всех профилей, являлся дважды командиром зонального Красноуфимского ССО, являлся лектором, партгором кафедры.

А.Г. Флягин удостоен дипломов и знаков областных и министерских организаций, ЦК ВЛКСМ.

Он гитарист, увлекается вязанием.

### Сергей Тимофеевич Барашкин



Сфера научных интересов: диагностика газовых потоков, экспериментальное исследование импульсных молекулярных пучков разреженных газов, истечения газов в вакуум через каналы сложной геометрии.

С.Т. Барашкин родился в 1950 г. в Москве в семье военнослужащего, мама – домохозяйка. Сергей в 1968 г. получил школьное образование в Свердловске и продолжил учебу на физтехе. Был командиром ССО «Урал», секретарем комсомольской

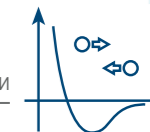
организации курса. Учебно-исследовательской работой занимался с С.Ф. Борисовым. В период дипломирования являлся инженером кафедры молекулярной физики.

После завершения обучения он продолжил работу в качестве м.н.с. и поступил в аспирантуру. Под научным руководством Б.Т. Породного Сергей Тимофеевич выполнил исследования по тематике первой категории, утвержденной Совмином страны. Им была создана лаборатория по изучению динамики молекулярных пучков, сконструировано соответствующее оборудование, обеспеченное измерительной аппаратурой. В результате удалось сформировать газовые мишени для получения высокоэнергетических ионных пучков заданных параметров. В 1977 г. С.Т. Барашкин защитил кандидатскую диссертацию на тему «Истечение разреженных газов в вакуум» и продолжил работу в качестве старшего научного сотрудника, а затем доцента.

В дальнейшем под научным руководством Сергея Тимофеевича исследования были продолжены. С.Н. Сыромятников разработал электронно-лучевую методику измерения газодинамических характеристик потока при истечении в вакуум. М.Ш. Гадельшин изучал распределение этих характеристик применительно к газовым мишеням. Оба защитили кандидатские диссертации. По комплексу выполненных исследований С.Т. Барашкин подготовил к защите диссертацию на соискание ученой степени д.ф.-м.н. Им опубликовано около 50 научных работ.

Сергей Тимофеевич проводил значимую педагогическую работу. Он подготовил и прочитал лекции по статистической физике, измерениям физических параметров, аппаратным средствам вычислительных комплексов, информационной безопасности, спецкурсу.

В течение 10 лет Сергей Тимофеевич выполнял сложные обязанности заместителя декана по общежитию, занимался организацией спортивной работы на физтехе. Сам выступал за сборную по футболу, баскетболу, волейболу.



### Валерий Иванович Токманцев



Научные интересы в области компьютерного моделирования сложных, в том числе трехмерных, газоподобных систем, явлений переноса в сплошных средах и разреженных газах. Родился 4 января 1958 г. в Свердловске, школьное образование получил в математическом классе. Мать была начальником планового отдела «Уралэнергоцветмет», отец работал в «НИИ автоматики». С 1975 г. по 1981 г. Валерий Иванович продолжил обучение на кафедре молекулярной физики физико-технического факультета УПИ по специальности «Техническая физика». Учебно-исследовательской работой занимался у В.Д. Селезнева и Н.Ф. Балахонова (кафедра теоретической физики). Защитил дипломный проект на тему «Кваномеханический расчет кинетических коэффициентов неизотермического переноса газа в каналах» и получил диплом с отличием. Был распределен на кафедру. Работал на должностях инженера, младшего и старшего научного сотрудника. Прошел обучение в заочной аспирантуре, продолжая исследование новых кинетических эффектов взаимодействия газа с поверхностью твердого тела, поверхностными фононами. В декабре 1986 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1987 г. ему присвоена ученая степень кандидата физико-математических наук, в 1997 г. – ученое звание доцента.

После защиты диссертации на волне развития вычислительной техники впервые на кафедре начал прикладные исследования по теории разделения изотопов в области численного моделирования газодинамики сложных технических систем в сотрудничестве с УЭХК и ННКЦ.

Основным направлением практических работ явилась оптимизация процессов переноса мас-

сы, импульса и энергии в газовых центрифугах, разработка способов управления ими с помощью создания необходимых условий на твердых поверхностях ротора. Программы расчета, созданные В.И. Токманцевым, внедрены на предприятиях Агенства по атомной энергии РФ. Он регулярно приглашался для выступления с докладами на научные конференции как в России, так и за рубежом (Германия, США, Польша, Франция, Италия). Об уровне теоретических разработок свидетельствует уточнение общепринятой теории центробежного разделения изотопов К. Коэна.

Валерий Иванович в 2008 г. защитил докторскую диссертацию по теме «Моделирование и оптимизация процессов переноса массы, импульса и энергии в разделительных газовых центрифугах», ему присвоено звание профессора.

Под его руководством защищено 2 кандидатских диссертации, в том числе сотрудником «Центротеха ЭХЗ» (г. Санкт-Петербург). Опубликовано более 100 научных статей и отчетов.

В настоящее время занимается моделированием разреженных газоподобных систем (в том числе нейтронов в ядерном реакторе) на основе решения кинетического уравнения Больцмана методом дискретных скоростей. Является руководителем базовой части госзадания по теме «Моделирование кинетических явлений в многокомпонентных и многофазных системах».

В 2008 г. В.И. Токманцев избран заведующим кафедрой технической физики. Кафедра является одной из базовых Физико-технологического института УрФУ. Она осуществляет обучение студентов бакалавриата, магистратуры и специалитета по нескольким специальностям физических технологий и информатики.

В.И. Токманцевым разработаны и прочитаны курсы лекций по статистической физике и термодинамике, теории центробежного разделения изотопов, экономике атомной промышленности, ядерным технологиям. Изданы различные методические материалы, в том числе монография «Неравновесная статистическая термодинамика разреженных газов» (в соавторстве с В.Д. Селезевым), учебное пособие для вузов «Физические основы разделения изотопов в газовой центрифуге» (в соавторстве с МИФИ и РНЦ «Курчатовский институт», победитель общероссийского Конкурса рукописей учебной и

учебно-справочной литературы по атомной энергетике 2009 г.).

Валерий Иванович награжден знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации», почетной грамотой ГК по

атомной энергии «Росатом», нагрудным знаком отличия «За вклад в развитие атомной отрасли» 2 степени.

Он увлекается горными лыжами и аргентинским танго.

### Организация прикладных исследований в области ядерных технологий

#### Петр Владимирович Волобуев



Научные интересы П.В. Волобуева относятся к явлениям переноса в газах и твердых телах, экологическим и биофизическим аспектам воздействия ионизирующих и электромагнитных излучений. Работы по этим направлениям осуществлялись последовательно с коллегами и учениками.

П.В. Волобуев родился в 1936 г. в Омске. Его мама из семьи сибирских ссыльных поселенцев. Отец, бывший политзаключенный, участник Гражданской войны в Семиречье на стороне Советов. При неграмотных родителях сумел получить высшее образование агронома.

В 1943 г. Петр начал учиться. В старших классах – секретарь комсомольской организации школы, по её окончании получил медаль. С этого времени формировалась его гражданская позиция. В 1953 г. П.В. Волобуев поступил в УПИ на физтех, был комсоргом группы. В 1959 г. с отличием завершил обучение и получил квалификацию инженера-физика.

Далее последовало направление в п/я 79 – Ангарский электрохимический комбинат, который в тот период находился в стадии запуска, наращивания производственной мощности. Работал инженером, а затем старшим инженером. В расчетно-технологической группе занимался анализом нестационарных технологических процессов и обоснованием их оптимальных режимов. Материальные и бытовые

условия в Ангарске были обеспечены в полной мере, перспективы по работе благоприятные.

Однако после двух лет пребывания на комбинате, в 1961 г., Петр Владимирович поступил в очную аспирантуру к П.Е. Суетину на кафедру № 23 и переехал с семьей в комнату 10-го студенческого корпуса. Тематика аспирантской работы оказалась пионерской – «бароэффект» при взаимной диффузии газов. Явление ранее не было изучено, отсутствовал даже термин бароэффект, который ныне стал общепринятым. Требовалось провести экспериментальное исследование, сформулировать теоретическое описание. Для измерений пришлось с учебным мастером Ю.А. Наговициным сконструировать прецизионный микроманометр. За его первый экземпляр П.В. Волобуев получил медаль ВДНХ. В 1966 г. в Пермском государственном университете состоялась защита кандидатской диссертации.

После защиты диссертации он год проработал в Омском политехническом институте, а в 1967 г. вернулся на кафедру. Здесь прошел путь: инженер, аспирант, ассистент, доцент, профессор.

Опыт работ по бароэффекту стимулировал интерес к диффузионным процессам в твердом теле. К тому времени их теория на микроскопическом уровне только разрабатывалась. Объектом исследований, по новому для кафедры научному направлению, явилась система инертный газ – щелочно-галоидный кристалл. Система, удобная для теоретических изысканий, но чрезвычайно трудная для эксперимента. Во взаимоотношениях исследованиях принимала участие группа аспирантов. Н.Н. Алексеенко приоритетно осуществил насыщение кристаллов из газовой фазы с последующим с измерением десорбции. Этот метод использовался и далее. В.Ф. Шипицин завершил намеченные эксперименты и дополнительно осуществил насыщение газом за счет реакторного облучения. Он же провел термодинамический анализ влияния структурных дефектов на массоперенос.

Формулировка эффективного коэффициента диффузии в дефектных кристаллах была получена совместно с А.А. Живодеровым. Взаимодействие ионов кристалла с атомами газов методом статистики решетки описал А.Н. Вараксин. Математический аппарат его решения надбарьерной диффузии был использован В.Н. Шершневым при построении обобщенной физической модели. В итоге был сформулирован и экспериментально апробирован вариант неравновесной статистической теории диффузии примесей внедрения, установлены параметры эффективного массопереноса в дефектных структурах. Аспиранты, принимавшие участие в работе, защитили кандидатские диссертации.

Методология и результаты проведенных исследований явились исходными при решении под научным руководством П.В. Волобуева и Н.Н. Алексеенко практически значимой проблемы. При физическом пуске одного из блоков Ленинградской АЭС произошло возгорание радиолитического газа, выделившегося при радиолитическом разложении биологической защиты (МБЗ) реактора. В связи с этим по договору с НИКИЭТ и его свердловским филиалом впервые был проведен комплекс исследований: сформулировано теоретическое описание процесса радиолитического разложения и выделения радиолитического газа из МБЗ, предложен способ экспериментального изучения параметров процесса, проведена оценка их дозовых зависимостей, решена задача прогнозирования. Эксперименты проводились в специализированной лаборатории СФ НИКИЭТ под руководством А.П. Зырянова. Лаборатория получила статус головной по ведомству. Была проведена аттестация МБЗ транспортных реакторов на основе полимеров и гидридов, а также стационарных на основе бетонов. По результатам аттестации П.В. Волобуев и Н.Н. Алексеенко стали соавторами отраслевых стандартов по газовой выделению из МБЗ. Три соискателя от СФ НИКИЭТ защитили кандидатские диссертации. По совокупности исследований процессов диффузии в системах газ – твердое тело в 1990 г. Петр Владимирович защитил докторскую диссертацию. В 1991 г. ему присвоено ученое звание профессора.

В начале 90-х гг. радиационная тематика на Урале получила экологическое звучание. Были обнародованы сведения о чрезвычайных ситуациях, имевших место в первые годы работы

ПО «Маяк». Радиационному воздействию частично подверглись территории трех областей региона. Комиссией академии наук в составе П.В. Волобуева, А.В. Трапезникова, В.Н. Чуканова и других было предложено разработать государственную программу аналогичную Чернобыльской для проведения реабилитационных мероприятий в регионе. Далее последовало участие в рабочей группе комиссии Президента СССР. Были и утверждены государственные программы реабилитации населения и территорий Уральского региона, подвергшихся техногенному радиационному воздействию на период до 2000 г. П.В. Волобуев являлся одним из инициаторов и авторов этих программ. Работа проходила в непростых условиях. Петр Владимирович непосредственно участвовал в ней на областном, региональном и федеральном уровнях. Являлся экспертом подкомиссии по ядерной экологии в Верховном Совете СССР последнего созыва.

Для обеспечения научного сопровождения госпрограмм был организован Институт промышленной экологии УрО РАН. П.В. Волобуев длительное время работал в нем по совместительству, в том числе в качестве заместителя директора по науке. Он и один из первых выпускников кафедры № 23 Н.А. Штинов разработали методологию оценки ущерба, обусловленного крупными радиационными авариями. Учитывались краткосрочные и отдаленные, прямые и косвенные последствия. Совместно со специалистами региона была произведена оценка ущерба, нанесенного Челябинской, Свердловской и Курганской областям. Результаты оценок использовались для обоснования Госпрограмм. В дальнейшем Петр Владимирович являлся председателем экспертных комиссий по природопользованию при лицензировании объектов и технологий предприятий Росатома Уральского региона.

В последние годы он при участии аспиранта Е.Д. Ускова руководил опытно-конструкторской работой по конструированию и изготовлению авторского стационарного многофункционального магнитотерапевтического устройства прямого действия. Совместно с М.В. Улитко, директором департамента биологии и фундаментальной медицины УрФУ, были проведены исследования интенсивного воздействия магнитного поля на клеточные культуры. При заданных параметрах поле преимущественно воздействовало на онкоклетки.

П.В. Волобуев длительный период являлся председателем методической комиссии физтеха. После назначения П.Е. Сутина ректором УрГУ временно исполнял обязанности заведующего кафедрой. В это время удалось восстановить утраченную ранее реакторную специальность. На время исполнения госпрограмм он организовал на кафедре специализации по радиоэкологии и промышленной экологии. Петр Владимирович выполнял педагогическую работу, читал лекции по механике сплошных сред, диффузионному разделению изотопов, молекулярной физике. Им разработаны и прочитаны курсы лекций по физике твердого тела и спецкурсу – теории центробежного разделения изотопов. В соавторстве с Л.В. Курбатовым издан двухтомник «Физика твердого тела». С.В.И. Токманцевым – пособие по спецкурсу на уровне учебника.

Петр Владимирович автор и соавтор более 250 публикаций, из которых 7 – монографии. Под его руководством защищено 12 кандидатских диссертаций.

Он – почетный работник высшего профессионального образования, ветеран атомной энергетики и промышленности, удостоен нагрудного знака «Академик И.В. Курчатова», грамотами «Росатома», благодарственным письмом правительства Свердловской области.

Петр Владимирович книголюб – собрал домашнюю библиотеку, заботливый отец и дедушка.

#### Станислав Григорьевич Карпечко



Станислав Григорьевич родился в 1935 г. в городе Троицке в семье потомственных учителей. Его школьные годы прошли в городе Воткинске, их итогом стала серебряная медаль. В 1953 г. он поступил учиться на физтех в группу «физиков»,

дипломировал в ИАЭ под руководством одного из идеологов «бассейнового» реактора Ю.Г. Николаева. В период дипломирования принимал участие в практической работе на критическом стенде будущего канального реактора МР.

В 1959 г., получив образование инженера-физика, был распределен в качестве ассистента на кафедру 23 физтеха УПИ. Он унаследовал от И.В. Колупаева курс лекций по ядерным реакторам и с 1962 г. был назначен первым главным инженером будущего исследовательского реактора ИРТ-1000. В том же году С.Г. Карпечко участвовал в бригадах по физпуску аналогичных реакторов в Рижском и Минском ядерных центрах.

Изначально предполагалось, что ИРТ-1000 будет размещен непосредственно в здании физтеха – реакторном зале. Позже его будущее местоположение много раз изменялось, пока не определилось в п. Заречном. Далее последовали решения по разработке на его основе реактора ИВВ-2 и переподчинение Минатому в качестве Свердловского филиала НИКИЭТа. В результате Станислав Григорьевич с 1964 г. стал работать в СФ НИКИЭТ старшим инженером, – далее начальником службы эксплуатации реактора, начальником реакторного отдела. В 1983 г. был назначен заместителем директора по реакторному стендовому направлению. СФ НИКИЭТ являлся экспериментальной базой головного института реакторостроения. С.Г. Карпечко – участник физического пуска ИВВ-2, а также его реконструированной версии ИВВ-2М. Он участвовал во всех этапах реконструкции и модернизации этого уникального аппарата. Был научным руководителем ряда тем, таких как освоение тонкостенных трубчатых тепловыделяющих сборок, испытание микрооплива для ЯРД и шаровых ТВЭЛов для высокотемпературных газовых реакторов.

Талантливый руководитель, он в самых сложных ситуациях умел найти правильные решения. Станислав Григорьевич требовательно относился к себе и всегда был корректным в отношениях с подчиненными. В конце 80-х гг. он стал руководителем отдела научно-технической информации, коллеги отмечали его эрудицию и энциклопедические знания.

С.Г. Карпечко автор более 100 научных работ, в том числе докладов на международных научных конференциях, включая Женевские. Он награжден орденом «Знак почета», медалями «Ветеран труда»,

«За трудовую доблесть», знаком «Ветеран атомной энергетики и промышленности», «Создатель атомной техники».

В личной жизни Станислав Григорьевич человек преданный семье. Обладая глубокими знаниями истории России, собрал уникальную библиотеку. С юности увлекался филателией.

В последующие несколько лет преподавание по ядерно-энергетическим установкам продолжил выпускник кафедры 1960 г. Ю.А. Сафин. Он прошел аспирантуру по реакторной тематике и защитил кандидатскую диссертацию в ИАЭ им. И.В. Курчатова. Позже Ю.А. Сафин успешно работал на БАЭС.

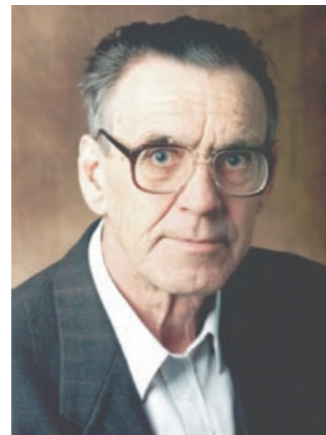
Еще один наш выпускник 1961 г. Сергей Васильевич Широков участвовал в становлении реакторной специальности на кафедре. Он прошел практику на подводных лодках в Северодвинске, дипломировал в Физико-энергетическом институте города Обнинска по теме «Транспортабельные АЭС». Однако уже через год перешел работать на БАЭС. По результатам собеседования с ним при приеме на работу представитель руководства станции сказал: «Если бы мы принимали на работу хотя бы с четвертью ваших знаний – это было бы прекрасно». Это была частная оценка качества подготовки студентов по специальности «Физико-энергетические установки» на кафедре.

С.В. Широков в 70-е гг. являлся главным инженером БАЭС. Серьезным инцидентом в 1978 г. стал пожар на втором блоке из-за разрушения строительных конструкций здания вследствие морозов накануне нового года. Главной задачей было остановить реактор и своевременно вывести его из «йодной ямы». Вначале это делалось вручную и только после подачи напряжения с помощью электропривода. В сложнейших условиях пожар был ликвидирован, блок снова заработал. Напрашивается сравнение с Чернобылем... В 1980 г. после защиты кандидатской диссертации С.В. Широков был приглашен работать руководителем агентства по атомной энергии Министерства энергетики Украинской ССР. С 1988 г. Сергей Васильевич – профессор Киевского политехнического института. Им опубликовано более 50 научных трудов и изобретений, в том числе монографии по реакторной тематике.

Кадровое обновление, которое на кафедре продолжилось впоследствии при сохранении

преемственности, позволило совершенствовать подготовку специалистов.

### Павел Григорьевич Зыков



В начале 1936 г. в степных просторах Урала в городе Орске в семье дипломированного ветеринара родился Зыков Павел Григорьевич. Память об отце сохранило прощание с ним перед его безвозвратным уходом на фронт. В военный 1943 г. Павел пошел в школу. После окончания семи классов поступил учиться в Орский индустриальный техникум, по специальности «Электропривод и автоматика» при этом увлекся радиотехникой. Получив квалификацию техника-электрика, был распределен работать на никелевый завод в город Верхний Уфалей, где трудился два года в качестве мастера. В 1957 г., работая уже в должности заместителя начальника электроцеха, был призван в армию, где три года прослужил в портах Дальнего Востока.

В 1960 г. он стал студентом физико-технического факультета УПИ по специальности «Автоматика и электроника», с третьего курса и до окончания получал повышенную стипендию.

На пятом курсе П.Г. Зыков был приглашен П.Е. Суетиным на кафедру молекулярной физики для разработки и создания установки по измерению скорости газовых потоков методом многократного электрического пробоя. На этой базе были выполнены хозяйственные работы, в том числе и для института теплофизики Сибирского отделения АН СССР.

Следующим этапом его работы уже в качестве инженера было изучение физики ядерного магнитного резонанса и создание установки для исследования сигналов спиновых эхо. Павел Григорьевич сумел своими руками сконструировать в 1968 г. авторский ЯМР-спектрометр. Реализация задачи позволяла

исследовать значительный спектр физических явлений на микроуровне.

К началу 1973 г. состоялась защита кандидатской диссертации по исследованию самодиффузии гексафторида серы в широком интервале плотностей. Сформировалось научное направление по исследованию массопереноса в плотных и конденсированных средах методом ЯМР.

На этой же установке аспирантом А. С. Распопиным под руководством П.Г. Зыкова было показано, что диффузионное смещение, измеренное методом спинового эха в равновесной смеси газов, связано с коэффициентом самодиффузии резонансной метки и следовым коэффициентом взаимной диффузии.

В следующей диссертационной работе аспирант П.И. Богданов теоретически и экспериментально проанализировал влияние конвективного, гидродинамического и диффузионного переноса на поведение сигнала спинового эха.

Позже аспирант С.Н. Терентьев исследовал эффект деформации электронной оболочки атома, обусловленной структурой молекулы и межмолекулярными взаимодействиями, которые влияют на резонансные условия ядра. Для этой цели был использован ЯМР-спектрометр высокого разрешения фирмы Тесла.

В результате П.Г. Зыковым с участием его аспирантов на кафедре была создана лаборатория ядерного магнитного резонанса. Метод ЯМР позволил изучить межмолекулярное взаимодействие с использованием в качестве внутреннего детектора магнитные моменты ядер. Используя метод спинового эха для изучения двухфазных состояний в пористых средах, было проведено исследование газонасыщенности нефтяных месторождений и их пористости в Тюменской области.

Педагогическая работа доцента к.ф.-м.н. П.Г. Зыкова представлена базовыми дисциплинами по ядерным энергетическим установкам. Им совместно с Н.Н. Алексеенко было сформировано и обеспечено обучение по реакторной специальности на кафедре. Был прочитан курс «Ядерные реакторы», разработаны авторские новые курсы «Инженерные методы расчета ядерных реакторов», «Энергетическое оборудование атомных станций», «Кинетика и управление ядерной энергетической установки». Эти курсы лекций

многokrato модернизировались с учетом новых реалий в реакторостроении. Он разработал методики расчета ядерных реакторов различного спектра нейтронов и подготовил методические пособия для курсовых проектов по каждому типу реакторных установок.

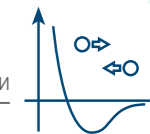
В 1987 г. П.Г. Зыков по запросу Средьмаша был командирован на работы по ликвидации аварии на ЧАЭС, где он в составе экспертной комиссии участвовал в определении временного поведения четвертого энергоблока. Позже Павел Григорьевич активно сотрудничал с НИИТФ г. Снежинска, где проводился поиск оптимальных вариантов реализации жидкосолевых реакторных установок на хлоридной и фторидной топливной основах. Результаты такого анализа легли в основу двух диссертаций. Им опубликовано более 60 научных работ.

Павел Григорьевич отмечен знаками «Ликвидатор аварии на ЧАЭС», «Ветеран атомной энергетики и промышленности».

### Николай Николаевич Алексеенко



Родился 16 июля 1938 г. на Украине в семье студентов выпускного курса Харьковского сельскохозяйственного института. Родители из крестьянских семей-середняков по распределению работали зоотехниками в селе Уртазым Кваркинского района Чкаловской (ныне Оренбургской) области. В настоящее время это село затоплено Ириклинским водохранилищем. В трудные военные годы семья жила в селе Уртазым, где мама работала в совхозе, а отец ещё до войны был призван в Красную Армию. В начале войны часть, где служил отец, попала в окружение, а матери пришло сообщение, что отец пропал без вести. Позже оказалось, что он попал в плен и чудом там выжил.



Николай Николаевич после окончания семилетней школы поступил по конкурсу в Чкаловский топографический техникум (г. Оренбург), обучение в котором закончил в 1957 г. На работу был распределен в Свердловское аэрогеодезическое предприятие, где проработал с мая по ноябрь 1957 г. В ноябре 1957 г. был призван в армию. Службу проходил в Польше, где участвовал в ремонте боевых самолетов. Прослужив почти три года, в 1960 г., за успешные показатели в работе был демобилизован досрочно для участия в конкурсе на физико-технический факультет УПИ. В студенческие годы являлся старостой группы, членом комитета комсомола института. Николай Николаевич получил образование по специальности «Физико-энергетические установки».

После окончания института работал ассистентом на кафедре молекулярной физики УПИ, затем в аспирантуре. Аспирантская работа Н.Н. Алексеенко, выполненная под руководством П.В. Волобуева, послужила началом нового научного направления на кафедре по явлениям массопереноса газов в твердых телах. Он исследовал десорбцию водорода и гелия из щелочно-галоидных кристаллов. Аналогичные эксперименты до него не проводились. В 1973 г. Николай Николаевич защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. В 1976 г. ему присвоено ученое звание доцента по кафедре молекулярной физики.

После защиты диссертации совместно с П.В. Волобуевым проводил исследования радиационного газовыделения из материалов биологической защиты ядерных реакторов. По их результатам соавтор отраслевых стандартов. Был ответственным исполнителем многих договоров с НИКИЭТ и СФ НИКИЭТ.

Его научные изыскания зачастую были направлены на «неудобные», в том числе физико-химические проблемы. Их решение было сопряжено с нестандартными авторскими идеями. Он сумел сформулировать модель радиолиза связанной воды в биологической защите реакторов на основе бетона. На этой основе удалось получить количественную оценку выделения из неё гремучего газа. Полученные результаты использованы для аттестации материалов защиты стационарных реакторов, а также физической защиты РАО.

Применительно к массопереносу водорода в металлах, он решил задачу стадийности диффузии и реакционно контролируемых процессов. Описал явления внутреннего окисления и восстановления. В последние годы совместно с А.Р. Бекетовым Николай Николаевич работал над проблемой волоксидации, технологии получения нитридного ядерного топлива из соответствующих оксидов. Он автор более 100 публикаций. Под руководством Н.Н. Алексеенко защищено три кандидатские диссертации.

Николай Николаевич являлся экспертом департамента Росприроднадзора по Уральскому федеральному округу, в частности участвовал в государственной экологической экспертизе проектной документации «Вывод из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов АВ-1, АВ-2, АВ-3, А, АИ ФГУП «ПО «Маяк» и других экспертизах.

Большое внимание уделял преподавательской деятельности. За время работы на кафедре молекулярной физики прочитал курсы «Физические методы разделения изотопов», «Термодинамика», «Статистическая физика», «Физическая кинетика», «Моделирование технологических объектов».

Вместе с П.Г. Зыковым Николай Николаевич обеспечил высокий профессиональный уровень подготовки студентов кафедры по реакторному направлению. Им прочитаны авторские лекции «Теория ядерных реакторов», «Динамика и безопасность ядерных реакторов», «Основы радиозащиты и безопасности АЭС». Он разработал методические пособия и программное обеспечение к курсовым проектам по ядерным реакторам. О качестве созданного учебно-методического обеспечения свидетельствует тот факт, что на кафедру для повышения квалификации была направлена группа инженеров БАЭС. Н.Н. Алексеенко ответственно выполнял общественную работу: был членом партбюро, профоргом кафедры, председателем партбюро и председателем Совета ветеранов факультета.

Он поощрялся грамотами, награжден знаком «Победитель социалистического соревнования за 1974 год», знаком «Ветеран атомной промышленности и энергетики», удостоен звания «Ветеран труда». Для Николая Николаевича было характерно добросовестное и основательное отношение к делу и не только на работе.

### Анатолий Николаевич Вараксин



А.Н. Вараксин родился в 1949 г. в Свердловске в семье рабочих Уральского оптико-механического завода. Отец – участник Отечественной войны, орденносец за боевые и трудовые заслуги. В 1966 г. Анатолий окончил обучение в физико-математическом классе школы, после чего стал студентом кафедры молекулярной физики УПИ.

С 1972 г., получив образование по специальности «Техническая физика» Анатолий Николаевич поступил в аспирантуру. В это время на кафедре под научным руководством П.В. Волобуева формировалось новое научное направление – исследование диффузии в твердых телах. А.Н. Вараксину предстояло разобрататься в имеющихся теоретических работах по этому направлению. Решений задачи методов физической кинетики в то время не имелось. Исходной была работа И. Пригожина. Н.А. Вараксин успешно выполнил свои исследования. Развитый им формализм послужил основой для неравновесно-статистического описания междуузельной диффузии в периодических структурах. Ему же методом статистики решетки удалось количественно описать взаимодействие атомов инертного газа с ионами щелочно-галоидных кристаллов. В 1975 г. Анатолий Николаевич защитил диссертацию на тему «Исследование диффузии в кристаллах методом неравновесной статистической механики». В ВАКе рассматривались различные варианты, по какой специальности квалифицировать работу: теоретической физике, физике твердого тела. Утвердили по молекулярной физике, выполненная работа была высокого теоретического уровня. В 1970–1980 гг. А.Н. Вараксин прошел научную стажировку в Парижском Университете во Франции. Начатые в аспирантуре исследования Анатолий Николаевич продолжал вплоть до 1977 г. и завершил их докторской диссертацией на

тему «Взаимодействие и миграция точечных структурных объектов в твердых телах на основе ЩГК».

С 1972 г. он работал ассистентом кафедры вычислительной техники. В 1980–1991 гг. – старший научный сотрудник кафедры молекулярной физики, с 1991 г. – заведующий лабораторией Института промышленной экологии УРО РАН. После защиты докторской диссертации и перехода в Академию наук основной темой его исследований является построение и анализ модели взаимодействия здоровья населения с состоянием окружающей среды. Им подготовлено 6 кандидатских наук (2 по физике, 4 по биостатистике). Опубликовано 150 журнальных статей, из них 50 – в журналах их списка Web of Science, 4 монографии, 2 из которых в соавторстве.

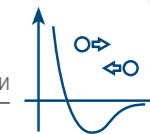
Анатолий Николаевич постоянно участвует в педагогической работе на физтехе. Им подготовлены и прочитаны лекции: основам стандартизации, основам вычислительной техники, мониторингу природных сред, инженерному делу в медико-биологической практике, моделированию биологических систем и процессов, методам анализа биомедицинских данных. В период (1994–2009) гг. он по совместительству являлся профессором кафедры экспериментальной физики. Ученое звание профессор ему присвоено в 1998 г.

Вызывает сожаление, что А.Н. Вараксину при его научно-педагогическом потенциале не пришлось полностью сосредоточиться в его работе на физтехе. Его увлечения отличаются постоянством – рыбалка, выращивание и использование лекарственных растений.

### Анатолий Яковлевич Купряжкин



Область научных интересов – явления переноса газов в несовершенных кристаллах, термодесорбция, масс-спектрометрическая дефектоскопия.



Анатолий Яковлевич родился в 1947 г. в поселке Торфяной Оричевского района Кировской области. Отец – из крестьянской семьи, волею судеб после нескольких лет мытарств оказался на Оричевском торфопредприятии, где проработал до конца жизни, пройдя путь от простого рабочего до начальника участка. Мать, не имея образования, была на том же предприятии разнорабочей. А.Я. Купряжкин в 1964 г. с золотой медалью окончил школу, а затем, проработав на торфопредприятии два летних сезона в качестве помощника экскаваторщика и тракториста, поступил в УПИ на кафедру молекулярной физики (специальность «Разделение и применение изотопов»). Во время учебы активно участвовал в работе студенческих строительных отрядов. С 1970 г., после окончания института, был распределен на кафедру инженером, учился в аспирантуре. Он первым из числа аспирантов экспериментально осуществил анализ диффузии газов в щелочно-галогидных монокристаллах с учетом их структурной дефектности. В 1974 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Диффузия, растворимость гелия и неона в кристаллах хлорида и бромида калия». После защиты, работая доцентом кафедры, самостоятельно занимался научно-исследовательской работой. Большую помощь в её выполнении оказало научное сотрудничество с ИХТТ УрО РАН, кафедрой Физической и коллоидной химии ХТФ УПИ (зав. каф. проф. Г.А. Китаев). В 1990 г. защитил докторскую диссертацию (д.ф.-м.н.) по теме «Диффузия, растворимость и межчастичное взаимодействие в системе газ – несовершенный кристалл». С 1993 г. является профессором кафедры технической физики.

Анатолий Яковлевич разработал основы метода высокотемпературной гелиевой дефектоскопии кристаллов. Экспериментально показал, что в некоторых ионных кристаллах растворенные в них при низких температурах атомы гелия могут удерживаться вплоть до температуры плавления.

Восемь аспирантов под его руководством защитили кандидатские диссертации.

Он осуществляет научное руководство работой коллег и учеников по направлению «Моделирование процессов переноса в реакторных материалах и атомных технологиях», сотрудничал с предприятиями отрасли в выполнении совместных НИР, участвовал в работе координационного научно-технического совета отрасли по реакторному материаловедению, является руководителем международного проекта «Моделирование явлений переноса и фазовых превращений в ториевом и смешанном уран-плутониевом оксидном ядерном топливе», реализуемом с индийскими партнерами при совместном финансировании Российским фондом фундаментальных исследований и Департаментом науки и технологий Правительства Республики Индия.

Им опубликовано более 100 работ, одна монография. Индекс Хирша – 8.

За время работы на кафедре А.Я. Купряжкиным подготовлены и прочитаны курсы лекций «Молекулярная физика», «Физические основы реакторного материаловедения», «Физическое и математическое моделирование», «Лазерные, плазменные и другие методы разделения изотопов».

Он активный участник общественной работы. Являлся секретарем бюро ВЛКСМ научных работников физтеха, заместителем секретаря комитета комсомола УПИ по учебно-научной работе, секретарем партбюро ФТФ.

Вся деятельность Анатолия Яковлевича связана с кафедрой технической физики. Он награжден почетными грамотами ЦК ВЛКСМ, Министерства высшего и среднего образования РСФСР, Министерства атомной энергетики РСФСР, нагрудными знаками «Ветеран атомной энергетики и промышленности», «Почетный работник высшего профессионального образования».

Его увлечение – коллекционирование юмористических рассказов.

### Валерий Анатольевич Палкин



В.А. Палкин – один из наших выпускников, который после значимых должностей на профильных предприятиях, перешел работать на кафедру молекулярной физики. С 1992 г. – доцент, с 1996 г – профессор. Он один из тех, кто на высоком профессиональном уровне обеспечил образование по технологии разделения изотопов.

Валерий Анатольевич родился в 1947 г., его отец – сотрудник госбезопасности, фронтовик, мать работала инспектором ОТК УЗТМ.

Среднее образование с математическим уклоном Валера получил и в 1965 г. поступил учиться на физико-технический факультет по специальности «Разделение и применение изотопов». Итог – в 1971 г. диплом с отличием и распределение на Уральский электрохимический комбинат.

В период с 1971–1991 гг. с перерывом на один год последовательно прошел лесенку должностей: инженер, старший инженер, руководитель группы, начальник расчетно-технологической лаборатории. После чего в 1989–1991 г. продолжил трудиться в том же качестве начальника расчетно-технологической лаборатории Ангарского электрохимического комбината. За скоромным наименованием лаборатории значится центр, определяющий оптимизацию технологического режима предприятия в различающихся условиях по качеству и производительности основного оборудования, энергообеспечению, требуемому разделению исходной смеси изотопов. В конечных показателях оптимизация выражается экономической эффективностью производственного процесса.

Кандидатскую диссертацию В.А. Палкин защитил, работая на УЭХК по теме «Оптимизация и прогнозирование разделительной способности центробежных каскадов».

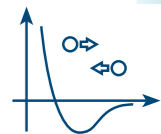
В 1995 г. Валерий Павлович, работая на кафедре молекулярной физики, защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук по теме «Разработка методов расчета и исследование свойств оптимальных каскадов для разделения бинарных и многокомпонентных изотопных смесей». В этой работе сформулировал математический аппарат и дал практические рекомендации по определению разделительных характеристик центрифуг, моделированию процессов разделения в центробежных каскадах, расчету и оптимизации технологических схем, прогнозированию работоспособности и планированию ремонта центробежного оборудования. Результаты исследования внедрены в производство на предприятиях отрасли и дали крупный экономический эффект. Научные интересы лежат в области разделения изотопов, теории каскадов, теории надежности, применения вероятностно-статистических методов, системного анализа и исследования операций.

В рамках созданной им научной школы четыре аспиранта защитили кандидатские диссертации. Им опубликовано более 200 научных работ.

Свои знания по разделительному производству В.А. Палкин в полной мере использовал в педагогической деятельности. Он разработал и прочитал авторские лекции по теории каскадов; надежности и управлению разделительным производством и ЯЭУ; молекулярно-кинетическим методам разделения изотопов; ядерным технологиям; производственной надежности, менеджменту и маркетингу; управлению технологическими процессами. По спецкурсам им подготовлены и представлены учебники.

Валерий Анатольевич награжден медалью им. Петра Великого «За заслуги в деле возрождения науки и экономики», знаком «Ветеран атомной энергетики и промышленности».

Его личные интересы подстать работе. Он квалифицированный шахматист, увлекается спортом и грибной охотой.



## Юрий Павлович Забелин



Юрий Павлович родился в 1937 г. в Свердловске. Его детство прошло далеко не просто. Родители после обучения в Уральском индустриальном институте были направлены в Забайкалье. Юра рано остался без матери. Его отец, с четырнадцати лет сирота, был батраком, сумел окончить школу крестьянской молодежи и получить высшее образование. Он участник Отечественной войны, по завершении которой работал учителем, преподавал в сельских и городских школах математику, физику и химию.

Несмотря на частые переезды и смену пяти школ, Юра с золотой медалью стал выпускником Омской школы и поступил учиться в группу «физиков» УПИ. На первом курсе учеба проходила на энергофаке, с которого после различных проверок состоялся перевод на физтех, на кафедру № 23. В студенческие годы П.В. Забелин увлекся шахматами, получил второй разряд, побывал комсоргом группы. Впоследствии из этой группы вышел ряд руководителей производства и специалистов высокого уровня.

В 1958 г. в числе дружной десятки сокурсников, Юрий Павлович был направлен на дипломирование, а потом на работу на комбинат № 813 (УЭХК). Его научный руководитель д.т.н. Д.М. Левин вспоминал: «При дипломировании Юрий Забелин проявил хорошие способности к теоретической работе большую работоспособность и целеустремленность». На УЭХК Ю.П. Забелин прошел путь от техника-технолога, инженера-расчетчика до руководителя группы научно-исследовательского подразделения.

Проблема обеспечения механической устойчивости является ключевой в центрифужном производстве разделения изотопов. В её решение

значительный вклад представляют работы Юрия Павловича.

С 1978 г. он состоял в Приемной комиссии Минсредьмаша по разработке, испытаниям и эксплуатации центробежного оборудования. В 1979 г. разработал «Рекомендуемую методику расчета оптимальных параметров демпфирующей системы и декремента затухания роторов центрифуги». Методика была утверждена академиком И.К. Кикоиным и направлена на предприятия отрасли.

В 1980 г. Ю.П. Забелина пригласили заведующим кафедрой специальной технологии Уральского филиала Центрального института повышения квалификации руководящих работников Минсредьмаша. Здесь он получил педагогический опыт, проработав одиннадцать лет.

Одновременно с преподавательской работой Ю.П. Забелин успешно продолжал исследования. Он являлся научным руководителем ряда работ, проводимых совместно с предприятиями отрасли, по надежности центрифуг. В 1983 г. в составе Межведомственной Приемной комиссии принимал участие в уникальных стендовых испытаниях макетов агрегатов центрифуг при имитации сейсмических воздействий. Высокая сейсмостойкость российских центрифуг была подтверждена при землетрясениях в семь баллов в районе города Ангарска и в Китайской народной республике.

Итогом многолетних исследований в 1991 г. стала защита диссертации на соискание степени доктора технических наук в Институте молекулярной физики РНЦ «Курчатовский институт». После чего Юрий Павлович был введен в состав специализированного совета, где проходила его защита. Тогда же он вернулся работать на УЭХК в качестве руководителя группы научно-исследовательского отдела. Им опубликовано 150 научных работ, 7 авторских свидетельств на изобретения, 3 патента.

Одновременно Ю.П. Забелин продолжил педагогическую работу, читал лекции молодым сотрудникам, руководил аспирантами, заведовал аспирантурой комбината. С 1995 г. Ю.П. Забелин читал курс лекций по разделению изотопов на кафедре молекулярной физики УПИ. Студенты получили возможность из первых рук ознакомиться с информацией по механической и газодинамической устойчивости центрифужного производства. По материалам лекций он разработал учебное пособие

«Основы промышленного разделения изотопов». В 1997 г. Юрию Павловичу было присвоено звание профессора по кафедре молекулярной физики. Длительное время он состоял членом специализированного ученого совета УПИ, в котором проходили защиты диссертаций, в том числе специалистами УЭХК.

Его деятельность отмечена в 2007 г. в энциклопедии «Инженеры Урала», медалью «Ветеран труда» и знаком «Ветеран атомной энергетики и промышленности».

## На пути к фундаментальным научным обобщениям

*В.И. Токманцев*

### Алексей Вениаминович Мелких



Научные интересы – моделирование био-процессов с применением методов кибернетики.

Алексей Вениаминович родился в 1966 г. в Свердловске. Мама – учитель, отец – горный инженер. Школьные годы завершились в 1983 г. Далее учился в УПИ на кафедре молекулярной физики (1983–1989). Занимался научно-исследовательской работой у В.Д. Селезнева по теме «Поверхностная диффузия газов в каналах». Дипломная работа была посвящена выходу продуктов деления из ТВЛов. По завершению учебы получил квалификацию инженера-физика по специальности «Физико-энергетические установки».

С 1989 по 1990 г. А.М. Мелких – аспирант. Его научные интересы существенно изменились, приоритетной стала биофизическая проблематика. В 1995 г. он защитил кандидатскую диссертацию «Неравновесно-статистические модели активного

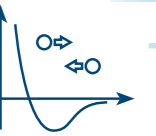
Коллеги Ю.П. Забелина отмечали многогранность его личности, интеллигентность. Много лет он являлся председателем клуба специалистов УЭХК. Юрий Павлович увлеченный садовод, шахматист, любитель театра. Юрий Павлович писал: «У меня никогда не было желания заняться чем-то другим, не жалею, что оказался в атомной отрасли. Мне хочется, чтобы мои внуки нашли свой единственный путь». Его сын и двое внуков прошли обучение на физтехе».

транспорта ионов в биомембранах». После защиты совместно с В.Д. Селезневим продолжил исследования. По их результатам опубликовал около 10 работ в журналах с импакт-фактором больше единицы. В 2006 г. Алексей Вениаминович защитил докторскую диссертацию по теме «Автоколебания и устойчивость в некоторых теплофизических и биофизических системах. Под его научным руководством защищена кандидатская диссертация М.И. Суторминой. А.М. Мелких является руководителем гранта РФФИ (совместно с Арменией) по теме «Термодинамика малых машин: эффективность и адаптация физики и биологии». Им опубликовано около 100 научных работ.

Алексей Вениаминович является руководителем образовательной программы «Компьютерное моделирование физических систем». Его научно-педагогический профессионализм иллюстрируется тематикой обширного перечня дисциплин, по которым А.В. Мелких подготовил и прочитал лекции. В их числе «Общая физика», «Спецглавы математики», «Теория информации», «Теория информационных процессов и систем», «Статистическая физика», «Теплофизика», «Физическая кинетика», «Физика нелинейных явлений».

Алексей Вениаминович прошел должностной путь от аспиранта до профессора кафедры технической физики и успешно продолжает свою деятельность. Свободное время предпочитает проводить на природе и увлекается шахматами.





## Леонид Михайлович Мартюшев



Л.М. Мартюшев родился в 1972 г. в Свердловске. Родители инженеры-химики. Окончив школу №30 с серебряной медалью в 1989 г., он поступил на кафедру молекулярной физики УПИ. Начиная с 3 курса занимался экспериментальными и теоретическими исследованиями неравновесного роста кристаллов из многокомпонентных растворов, а также их компьютерным моделированием в Институте промышленной экологии УрО РАН. Увлекаясь фундаментальной наукой и найдя понимание у заведующего кафедрой Б.Т. Породнова, самостоятельно составил и официально утвердил для себя индивидуальный учебный план по которому, начиная с 4-го курса, учился в УПИ. В этом плане большинство технологических курсов было заменено на физические и математические спецкурсы, читаемые на различных кафедрах физтеха и физфака УрГУ. По сути Л.М. Мартюшев еще в девяностые реализовал модульную вариативную систему обучения.

Л.М. Мартюшев с отличием завершил обучение и поступил в аспирантуру при родной кафедре. Здесь также сказался его «нестандартный подход»: вместо вступительных он сдал кандидатские экзамены, предварительно договорившись об их перезачете и самостоятельно выбрал научного руководителя. Для реализации последнего Л.М. Мартюшев с готовым планом предстоящих научных исследований обходит профессоров физтеха, спрашивая их, интересна ли им его тема и готовы ли они быть ему активными помощниками и строгими рецензентами в предстоящих исследованиях. О такой роли – не руководителя, а по сути научного коллеги для вчерашнего выпускника многие не хотели и слышать. Согласился лишь профессор

В.Д. Селезнев. С этого времени Л.М. Мартюшев и В.Д. Селезнев более 20 лет совместно работали, научно и эмоционально дополняя друг друга. В 1998 г. Леонид Михайлович защитил кандидатскую диссертацию, а в 2010 г. – докторскую. Последняя защита могла состояться намного раньше, но не желающий увязать в бюрократической возне претендент всячески много лет избегал этого. Только дружеские советы В.Д. Селезнева и «административно-настоятельные рекомендации» директора ИПЭ УрО РАН, М.В. Жуковского заставили его преодолеть эту последнюю научную ступень.

В процессе работы над кандидатской диссертацией Л.М. Мартюшев сформировал научную группу, которая, используя аналитические и экспериментальные методы, а также компьютерное моделирование, работала над рядом новых для кафедры направлений. Они были связаны с потерей морфологической устойчивости межфазной границы и дендритным неравновесным ростом кристаллов, а также с вариационными принципами неравновесной физики. На основе анализа разрозненных экспериментальных и теоретических работ Л.М. Мартюшев выдвинул идею о вариационном принципе, лежащем в основе развития неравновесных диссипативных систем – принципе максимума производства энтропии (maximum entropy production principle, MEPP). В работах Леонида Михайловича были сформулированы ограничения MEPP, его обобщенная формулировка, и показана связь этого принципа с другими принципами неравновесной термодинамики. Используя MEPP и теорию возмущения, впервые в их научной группе были аналитически рассчитаны морфологические фазовые диаграммы с областями устойчивого, метастабильного и неустойчивого неравновесного роста кристаллов ряда изначально простых форм. На основании этих исследований аспиранты кафедры И.Е. Кузнецова (Субботина), Е.М. Сальникова (Баглаева), Е.А. Червонцева защитили кандидатские диссертации. Применение «энтропийных идей» и классических аналитических методов к гидродинамическим задачам морфологической устойчивости при вытеснении жидкостей в ячейке Хеле-Шоу привело к защите в 2009 г. кандидатской диссертации А.И. Бирзиной, также аспирантки Л.М. Мартюшева.

В последующем наработки Л.М. Мартюшева связанные с неравновесной термодинамикой

были применены для решения некоторых задач химической кинетики, теплообмена, получения универсального закона роста при онтогенезе в биологических системах и для решения задач, связанных с излучением и эволюцией звезд. По двум последним темам аспиранты Мартюшева: П.С. Терентьев и С.Н. Зубарев защитили кандидатские диссертации (соответственно в 2014 и 2016 годах).

Результаты исследований Л.М. Мартюшева опубликованы в ведущих международных журналах (более 70 статей). Он является постоянным приглашенным рецензентом ряда международных

## Единственная в России

В XXI в. кафедра технической физики сохраняет верность классическому физтеховскому инженерному образованию по наукоемким ядерным направлениям: из четырех специалитетов, оставшихся на физтехе после реформирования системы образования, два обеспечиваются преподавателями кафедры. При этом кафедра технической физики – единственная в России – продолжает выпускать уникальных инженеров-физиков по специальности «Технологии разделения изотопов и ядерное топливо», которые вместе с выпускниками по специальности «Ядерные реакторы и материалы» в основном распределяются на предприятия атомной отрасли.

Наряду с подготовкой специалистов преподавателями кафедры ведется подготовка в рамках направления «Ядерная физика и технологии». Хотя

## От разреженных газов к живой клетке и звёздам

Большое видится на расстоянии. После ухода от нас Владимира Дмитриевича Селезнева ученые физтеха и их многочисленные коллеги, разбросанные в разных уголках мира, все больше начинают ощущать, как им не хватает этого удивительно мудрого, любознательного и жизнелюбивого человека, внесшего очень важный вклад в науку.

Володя Селезнёв родился 10 февраля 1943 г. в г. Ульяновске. В 1960 г., окончив с золотой медалью среднюю школу, он поступил на кафедру молекулярной физики Уральского политехнического института (ныне кафедра технической физики Уральского федерального университета). С этой

журналов и членом редколлегии авторитетного журнала Entropy (IF=2.3). На кафедре технической физики Леонид Михайлович ведет занятия для старшекурсников и магистров по дисциплинам: Физика жидкости, Физика конденсированных сред, Массоперенос в природных средах, Современные проблемы физики, Философские проблемы физики и другие.

Помимо науки и своей семьи, Л.М. Мартюшев любит подводную охоту, путешествия и созерцание природы.

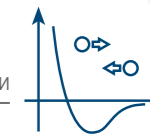
время учебы бакалавров (4 года) существенно меньше времени обучения на специалитете (5,5 лет), на физтехе много студентов, достаточно мотивированных для усвоения значительного объема знаний в сжатые сроки и способных добиваться заметных успехов в учебно-исследовательской деятельности на российском уровне. Например, сборная команда бакалавров под предводительством капитана с кафедры технической физики в 2016 г. стала победителем финала инженерного состязания опорных вузов Госкорпорации по атомной энергии «Росатом» в Москве.

Перспективы устойчивого развития кафедры в современных условиях во многом зависят от возможности сохранения прочных научно-технических связей с профильными предприятиями.

*Л.М. Мартюшев*

кафедрой была связана вся его последующая жизнь. Окончив учебу с отличием, он работал на ней ассистентом, затем доцентом, профессором и, наконец, заведующим (1992–2008). В сложные годы реформ в стране и в высшем образовании Владимир Дмитриевич смог сохранить творческий коллектив кафедры. При нем были организованы три новые востребованные специальности, благодаря чему значительно возрос конкурс абитуриентов, и на кафедру пришло много талантливой молодежи.

В качестве преподавателя Владимир Дмитриевич разработал и прочитал курсы лекций по нейтронной физике, теории ядерных реакторов и



ядерно-энергетическим установкам. Но особого внимания заслуживает его оригинальный курс физики газов, в котором он очень подробно останавливается на применении локального и прерывного формализма неравновесной термодинамики, и прежде всего понятия энтропии, к течению газов. Вышедший по материалам этих лекций учебник пользуется заслуженным уважением у стремящихся к пониманию физики студентов и наводит страх на тех, кто руководствуется в своей жизни правилом «как-то заучил, поскорее сдал и забыл». Для последнего типа студентов В.Д. Селезнев часто служил непреодолимым препятствием: на пересдачу к нему они ходили много раз. С ними Владимир Дмитриевич всегда был очень строг, терпелив и принципиален: увидев малейшее непонимание материала, он старательно повторно объяснял обнаруженный пробел на экзамене, а затем отправлял такого студента доучивать материал до следующей пересдачи. Как следствие сдать Селезнева с первого раза и на хорошую оценку было важным тестом на кафедре относительно способностей и потенциала студента-старшекурсника. Прохождением этого испытания многие выпускники гордятся и вспоминают до сих пор, по прошествии десятилетий после окончания кафедры.

Научные интересы в области динамики разреженных газов и неравновесной термодинамики сформировались у В.Д. Селезнева под влиянием П.Е. Суетина, научного руководителя его кандидатской диссертации. Итогом же исследований по данной теме стала докторская диссертация, защищенная в 1989 г. В ней, анализируя кинетические эффекты с помощью аппарата неравновесной термодинамики прерывных систем, В.Д. Селезнев впервые учел возможную неадиабатичность стенок канала. Он показал, что нарушения адиабатичности порождают новый класс кинетических эффектов, а также подробно проанализировал такие новые явления, как газовый аналог эффекта Пельтье, аккомодационную откатку и акустическая разность давлений, разработал теорию немаксвелловской десорбции и коэффициентов аккомодации.

Хотелось бы здесь отметить особое отношение Владимира Дмитриевича к диссертациям, которое он многократно подчеркивал: «диссертация должна быть обобщением проведенных исследований, в них автор должен переосмыслить с новых высот

свои опубликованные работы. Это должен быть оригинальный, очень тщательно написанный и продуманный научный труд, имеющий несомненную научную ценность». Такое трепетное и уважительное отношение к тексту диссертации является достаточно редким явлением. Часто ученые, особенно сегодня, к диссертациям относятся как к чему-то вторичному, зачастую компиляции (а иногда и просто сборником) статей уже ранее ими опубликованных в научных журналах. «Зачем тратить на этот “бюрократический документ” время и силы, лучше еще одну статью написать» – так рассуждают многие. Владимир Дмитриевич искренне не понимал этого и в диссертациях, к которым имел отношение (как автор, руководитель или рецензент), терпеливо и настойчиво отстаивал свою точку зрения.

Непосредственным развитием материалов докторской диссертации и газовой тематики стали четыре направления работ, которыми В.Д. Селезнев активно занимался после защиты докторской. Первое было связано с продолжением изучения течения разреженных газов в каналах различного размера и исследованием роли взаимодействия газ-твердое тело. Эта работа проводилась по большей части совместно с Ф.М. Шариповым. Итогом их работы стала очень известная среди специалистов статья, опубликованная в 1998 г. (Sharipov F. and Seleznev V. Data on internal rarefied gas flows. *J. Phys. Chem. Ref. Data*. 1998, 27(3)). Впоследствии эта работа, существенно дополненная и отредактированная, вышла в виде монографии (Шарипов Ф.М. Селезнев В.Д. Движение разреженных газов в каналах и микроканалах. Екатеринбург: УрО РАН, 2008). Профессор Ф. Шарипов, говоря о своем научном руководителе в аспирантуре, вспоминает: «отличительной особенностью Владимира Дмитриевича была его универсальность. Он работал как в эксперименте, так и в теории, в то время как остальные известные мне ученые сосредотачивались на чем-то одном. Это давало ему возможность увидеть и поставить новые теоретические задачи и сформулировать новые эксперименты... Он мог направить аспиранта по правильному пути, поставив интересные задачи, которые можно было решать, имея ограниченные (по сравнению с нашим днем) вычислительные ресурсы. В то же время, Владимир Дмитриевич не подавлял инициативу своих аспирантов. Когда у

них появлялись свои идеи, он помогал их развивать и направлять в нужное русло».

Второе направление работ связано поверхностными акустическими волнами. Такие волны всегда привлекали пристальное внимание исследователей, поскольку позволяют проводить тонкие исследования взаимодействия газа с твердым телом посредством уникальной возможности внесения на границу раздела газ – твердое тело регулярного и хорошо контролируемого возмущения. Распространение акустических волн по границе раздела между твердым телом и газовым окружением приводит к возникновению в газе потоков частиц, направленных вдоль направления распространения. Расчеты этого явления методами кинетической теории газов и термодинамики неравновесных процессов проводилось Владимиром Дмитриевичем совместно со своим аспирантом, а затем сотрудником кафедры О.Е. Александровым.

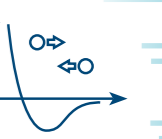
Третье направление – это исследование аномальной диффузионной неустойчивости смешения многокомпонентных газовых смесей в поле силы тяжести, которое проводилось совместно с учеными из Казахстана Ю.И. Жавриным, В.Н. Косовым, И.В. Поярковым и др. По этому направлению при самом непосредственном участии В.Д. Селезнева (в особенности его математической помощи) была защищена докторская диссертация В.Н. Косовым в 1998 г. Результаты этой работы нашли свое отражение в монографии (Косов В.Н., Селезнев В.Д. Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции в изотермических тройных газовых смесях. Екатеринбург: УрО РАН, 2004).

Наконец, четвертое направление работ связано с теоретическими и компьютерными моделями разделения изотопов в газовых центрифугах. По этому направлению в 2007 г. В.И. Токманцев защитил докторскую диссертацию, а созданный пакет прикладных программ по численному расчету использовался на предприятиях «Росатома» при проектировании новых поколений центрифуг. По этой тематике у В.Д. Селезнева очень мало открытых работ в научных журналах, однако этим работам Владимир Дмитриевич уделял очень много своего времени, здоровья и сил. Это были и многочисленные жаркие и долгие семинары «без посторонних», и в особенности многолетние еженедельные однодневные командировки в

секретный Новоуральск. Там Владимир Дмитриевич старался лучше понять, что необходимо производственникам-технологам и объяснял полученные его научной группой результаты. Автор этих строк, очень далекий от этих работ Владимира Дмитриевича, всегда очень ревностно относился к этому его «увлечению», стремясь привлечь его внимание к более фундаментальным научным вопросам. Но Владимир Дмитриевич был непреклонен – в этом была многогранность его как ученого, возможность и желание работать как в узкоспециальных и прикладных областях, так и в «возвышенных», теоретических. Даже в последние годы, когда он весь был поглощен фундаментальными вопросами и очень дорожил временем, он никогда не отказывал инженерам-производственникам, желающим лучше понять физику своих явлений. Он помогал им идеями, расчетами, тщательно редактировал и правил их статьи не требуя благодарности. Он был очень далек от модной (особенно сегодня) тенденции по увеличению своего научного авторитета благодаря количеству публикаций. Тем более, для него было неприемлемо включение в список авторов статьи, в случае если должного его вклада в работу не было, то есть по формальным признакам как руководителя аспиранта, темы, направления, кафедры. Занятие наукой было для него истинным удовольствием, а на связанные с наукой карьерные, финансовые и т.п. вопросы он старался не отвлекаться.

Чрезвычайная любознательность и увлеченность наукой, а также появление у него двух аспирантов привели Владимира Дмитриевича на рубеже веков к двум новым научным направлениям, которые впоследствии стали особенно его занимать.

Первое из направлений возникло после прихода к Селезневу «на науку» студента третьего курса А.В. Мелких. Вначале все было достаточно обыденно, они вместе занялись поверхностной диффузией газов в каналах. Потом как-то весьма случайно их внимание привлекла книга А.Б. Рубина по биофизике. Из нее они узнали, что в биомембранах тоже есть некие каналы. Сразу возникло решение проверить: а нельзя ли какие-либо из своих идей применить к ним? Работать им было совместно очень интересно, и постепенно вчерашний студент превратился в кандидата, а затем, в 2006 г., и в доктора наук. По воспоминаниям профессора А.В. Мелких: «По совместной работе мне хорошо



заполнилось, что Владимир Дмитриевич никогда не боялся признаться в том, что он чего-то не знает... Его огромная заслуга на начальном этапе нашей работы заключалась в полном отсутствии боязни взяться за абсолютно новое для себя направление. Это качество проявлялось много раз и в дальнейшем и, по-моему, являлось одним из его наиболее ценных качеств».

Тема исследований В.Д. Селезнева и А.В. Мелких была связана с приложением молекулярно-термодинамической теории перекрестных явлений к пониманию механизма активного переноса ионов в биомембранах. Ими впервые построены неравновесно-статистические модели активного транспорта ионов, а на основе предложенных моделей получена зависимость потенциала покоя на биомембране от разности химических потенциалов АТФ-АДФ и от концентраций ионов вне клетки. Фундаментальные исследования по этой тематике насчитывают более десятка статей. Эти работы были обобщены и опубликованы в обзорной статье в 2012 году (Melkikh A.V., Seleznev V. D. Mechanisms and models of the active transport of ions and the transformation of energy in intracellular compartments. Prog. Bioph. Mol. Biol. (2012) 109, 1-2, 33-57).

Важным применением разработанного подхода явилось рассмотрение вопроса о преобразовании энергии излучения в энергию электронного возбуждения пигмента и условия максимальной эффективности процесса фотосинтеза, а также расчет электрического потенциала на хлоропластной тилакоидной мембране и нахождение ограничений на стехиометрический коэффициент транспорта протонов через АТФ-синтазу.

Интерес Владимира Дмитриевича к проблеме взаимодействия излучения с веществом независимо также был инициирован В.И. Захаровым, заканчивающим докторскую диссертацию и обратившемся за консультацией. Его интересовали некоторые вопросы расчета потока свободной энергии и энтропии от Солнца. Владимир Дмитриевич с огромным интересом выслушал поставленные перед ним вопросы относительно имеющихся в литературе противоречий. В свойственной ему манере, не обращая внимания на авторитеты, он построил ряд простых, но достаточно плодотворных моделей. Разобравшись в этой теме практически

с нуля полностью самостоятельно, он развил оригинальную неравновесно-статистическую теорию для системы излучение – вещество. К сожалению, не найдя поддержки среди ближайших коллег, занятых своими научными идеями и не желающих разбираться в достаточно сложном и новом для себя материале, Владимир Дмитриевич вынужден был оставить не опубликованную большую часть наработанного. В одиночку эту сложную тему развивать ему было уже очень сложно из-за возраста и начавшихся проблем со здоровьем. Однако одну работу по этой теме Владимиру Дмитриевичу удалось опубликовать в конце жизни. В этой работе для модели неизотропного излучения, взаимодействующего с системой двухуровневых молекул в буферной среде при произвольном отклонении ее состава от равновесия, доказана Н-теорема Больцмана. Возможность этого ранее ставилась под сомнение. Владимир Дмитриевич доказал, что при корректном выводе уравнения баланса энтропии (без усреднения температур отдельных мод излучения и без разложения в ряд) вклад каждого луча (моды) в производство энтропии является положительным. Энтропия и ее свойства – тема, которая очень интересовала В.Д. Селезнева на протяжении практически всей его научной работы и особенно последние два десятка лет. Это связано с направлением работ, о котором будет сказано ниже.

Второе новое направление исследований Владимир Дмитриевич развивал с автором этих строк. Заканчивая физтех и имея уже сложившиеся научные интересы в области неравновесного образования морфологически сложных, прежде всего кристаллических, структур, я искал руководителя для аспирантуры, который бы согласился со мной работать. Имея на руках собственноручно написанный многостраничный план экспериментальных, теоретических и вычислительных задач, я обходил профессоров в надежде, что кто-нибудь согласится курировать мою научную работу. Все отказывались, ссылаясь на новизну области, свои интересы и занятость. Один из профессоров порекомендовал обратиться к Селезневу. Последнего я знал по курсу лекций по физике газов, который он читал у нас на 4-м курсе. Не скажу, что эти лекции мне содержательно нравились, на физтехе были лекторы и с большим ораторским и педагогическим искусством. Однако в его лекциях

меня привлекала некая научная атмосфера: к нам выходил человек, внешне очень похожий то ли на греческого философа, то ли на Р. Клаузиуса. В руках у него были исписанные от руки листы А4 с многочисленными дополнениями и исправлениями. Он неспешно, как бы сомневаясь и продумывая каждое слово, начинал излагать материал. Периодически он останавливался, задумчиво смотрел на нас и в свои бумаги, о чем-то думал, исправлял-дополнял формулы на доске. Возникло ощущение, что ты присутствуешь не на лекции, а допущен в свидетели таинства творческого процесса большого ученого...

«Газовая» тематика Селезнева казалась мне очень далекой от темы моих интересов, поэтому я не очень-то верил в его согласие на руководство моей темой. Все же я отправился в его кабинет. Я искал не руководителя, мне нужен был активный помощник и строгий рецензент в предстоящих исследованиях. Он сразу согласился на это. Я нашел в его лице то, о чем не мог и мечтать: самого близкого научного друга. Его кабинет стал практически моим домом. Я приходил к нему несколько раз в неделю во второй половине дня, и мы могли бесконечное число часов подряд вместе беседовать, спорить и размышлять. Порой мы так увлекались, что готовы были заночевать в его кабинете. Звонки его жены, Галины Викторовны, не помогали, и она стала приходить по вечерам, чтобы хоть так разлучить нас, забрав его от меня домой. Иногда и это не помогало. Разойдясь по домам, мы возобновляли беседу по телефону, нам не терпелось высказать друг другу аргументы, накопившиеся за то время, когда мы разъезжались по домам.

Владимир Дмитриевич, несмотря на несопоставимый со мной статус, научную мудрость и более чем тридцатилетнюю разницу в возрасте всегда абсолютно на равных вел себя со мной, с его стороны не было никакого высокомерия. Он с интересом впитывал новое, признавал свои ошибки, был принципиален и терпелив при отстаивании своей точки зрения. Оглядываясь назад, хотелось бы особенно выделить именно его терпение: я был очень амбициозным, темпераментным аспирантом и часто любил вступать в жаркий научный спор. Честно скажу, сам бы я не вытерпел и месяца с подобным аспирантом, но Владимир Дмитриевич терпел и работал со мной более двадцати лет. Мы

дополняли друг друга не только эмоционально, но и научно. Я не любил большие и кропотливые расчеты, предпочитал термодинамику, а не громоздкий статистический подход, любил копаться в чужих статьях, путешествуя по логике авторов. Владимир Дмитриевич, напротив, больше всего на свете любил большие расчеты с помощью статистических и кинетических моделей, свои идеи и модели ценил больше всего на свете, не любя излишне смотреть и уважать исследования других.

Через полтора года работы в аспирантуре от моего научного плана исследований роста кристаллических дендритов пришлось отказаться. В ходе наших с Владимиром Дмитриевичем бесед и раскопок в библиотеках я предположил существование очень неожиданной закономерности у формирующихся неравновесных структур. После долгих споров и обсуждений мы с Владимиром Дмитриевичем поняли, что это направление очень многообещающе и усиленно двинулись вперед. Селезнев вначале стал называть эту закономерность четвертым началом термодинамики, но впоследствии мы решили быть скромнее и точнее в формулировках, назвав его принципом максимума производства энтропии (МЕПП). Принцип получил «финальное» оформление в моей докторской диссертации, защищенной в 2010 г., а также в ставшей уже в определенной мере классической нашей совместной работе: Martyushev L. M., Seleznev V. D. Maximum entropy production principle in physics, chemistry and biology. Phys. Reports (2006) 426. После выхода этой работы в зарубежной литературе появился ряд критических статей, особенно со стороны физико-химиков Дж. Росса и Г. Николиса (многолетнего соавтора работ нобелевского лауреата И. Пригожина). Их возражения по большей части основывались на рассмотрении контрпримеров, связанных с нелинейными химическими реакциями. Их доводы казались очень сильными, дополнительную сложность вносила новая область на которой основывалась критика. Больше года потребовалось В.Д. Селезневу чтобы разобраться и понять эту область химии, просчитать различные варианты и модели. В ходе этой работы, обсуждений и анализа порой казалось, что критики правы. Однако все же спасительный выход для принципа нами был найден, все оказалось проще, чем казалось в

самом начале. Результаты размышлений по этой теме нашли свое отражение в более поздних публикациях 2014–2015 г., где нами был дан ответ критикам и разъяснены возможности MEPP в физике и химии.

При размышлении над MEPP возникла безумная идея построения классической неравновесной термодинамики не на понятии локального равновесия, а на понятии масштабной инвариантности связи термодинамических потоков и сил. Эта новая идея была очень интересна и с 2014 г. оказалась в центре нашего внимания. Статья на эту тему очень долго не издавалась, многократно возвращаясь на доработку или отклоняясь рядом редакций журналов, тем самым отняв много сил и времени у ее авторов. Статья появилась на свет лишь через два года после смерти Владимира Дмитриевича...

Примерно в 2014 г. Владимир Дмитриевич подключился к решению ряда возникших у меня и моего аспиранта проблем, связанных с расчетом и анализом поведения производства энтропии звезд. Этой новой для себя задачей Владимир Дмитриевич увлекся вновь в полной мере. Многие вопросы, которыми он на протяжении своей жизни занимался (такие как конвекция, взаимодействие излучения с веществом, реакции при распаде) естественным образом присутствовали здесь. Особенно выделялась здесь тема масштабной инвариантности, которая ранее возникла при обсуждении неравновесной термодинамики и к нашему удивлению составляла основу феноменологического описания ряда астрофизических процессов у звезд.

Весь последний год жизни, уже зная о своей скорой смерти, Владимир Дмитриевич с огромным интересом и настойчивостью работал над новой темой, создавая необходимую математическую модель для нахождения производства энтропии звезд. Со стороны казалось, что именно благодаря этой работе, этому творческому порыву он вопреки жесткому приговору врачей живет, и не только живет, но и, творя, очень счастлив. Звезды дарили ему месяцы, недели и дни жизни.... Пока он мог заниматься за столом, он был там, затем он мог только лежать, и лежа он записывал свои расчеты и мысли в блокноте. Потом, едва говоря, превозмогая страдания, он пытался выразить свои мысли уже непослушным языком по телефону или лично. Именно так прошла моя последняя встреча

с ним в больничной палате примерно за сутки до трагического финала... Как здесь не вспомнить слова астрофизика Л. Краусс:

«Каждый атом в твоём теле — частица взорвавшейся звезды. Возможно, атомы в твоей левой руке взяли начало в одной звезде, атомы в правой — в другой. Это самое поэтичное из всего, что я знаю о физике. Мы все — звездная пыль. Нас бы не было здесь, если бы звезды не взорвались. Звезды умерли ради того, чтобы мы могли быть здесь и сейчас».

К сожалению Владимир Дмитриевич не успел закончить свою работу по звездам. Остались лишь его многочисленные черновики, наброски, размышления по этой теме.

Звезда Владимира Дмитриевича погасла 12 октября 2015 г., но частички его творчества есть во всех, кто с ним работал...

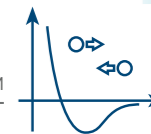
В целом по результатам своих научных исследований В.Д. Селезнев опубликовал свыше 250 научных работ. Под руководством и с участием Владимира Дмитриевича подготовлены четыре доктора и более 20 кандидатов наук. Эти сухие цифры не отражают действительного вклада Владимира Дмитриевича в научную атмосферу его родной кафедры, Физико-технологического института и даже г. Екатеринбурга. Будучи председателем поначалу кандидатского, а затем двух докторских советов он очень много своего времени отдавал повышению научного качества поступающих на защиту работ. С большинством претендентов он помногу часов, дней, а иногда и месяцев очень терпеливо и скрупулезно разбирал научную суть их работы, помогал оттачивать формулировки, предлагал нетривиальные варианты развития и проверки полученных в диссертации результатов. Такой неформальный подход к поступающим в его совет диссертациям был на первый взгляд очень непривычен, но большинство претендентов по прошествии времени очень ценили и с благодарностью вспоминали подобное абсолютно бескорыстное участие и внимание В.Д. Селезнева к их работе. У самого Владимира Дмитриевича после таких встреч часто оставались папки черновиков с размышлениями о результатах, полученных в диссертациях. Эти исписанные его рукой листы А4 порой, благодаря имеющейся в них новизне и оригинальности, могли бы быть основой многих

статей. Однако Владимир Дмитриевич не хотел тратить на это свое время, ведь главное для него, по его словам, «по-своему понять и получить обнаруженные диссертантами результаты, уложить их в свою научную картину мира, посмотреть их возможные научные следствия». Именно от процесса подобных размышлений он получал истинное удовольствие, проводя за ним все свое свободное время и отпуск. Дальнейшее формальное продвижение своих рукописей на всеобщее обозрение в журналы он считал вторичным и не столь важным для истинного увлеченного наукой человека.

Владимир Дмитриевич не только был для нас примером настоящего ученого, но и служил для окружающих образцом таких человеческих качеств, как удивительная скромность, простота в жизни и общении, порядочность, честность. У него была великолепная и очень гостеприимная семья, фундаментом которой являлась по-женски чрезвычайно мудрая, замечательная Галина Викторовна. Младшая из двух его дочерей, Даша, в чем-то немного напоминающая мне своего папу, в последнее время стала писать рассказы и превратилась в довольно известного детского писателя Дарью Мясникову. Ее произведения во многом автобиографичные, и из них можно многое узнать об их удивительной семье и о Владимире Дмитриевиче не ученом, а замечательном отце и деде. Её произведение «Папочка, пока!» о последнем дне жизни Владимира Дмитриевича – рассказ, не оставляющий равнодушным. Прочитав его, я не мог сдержать слез и сразу вспомнил наш разговор с Владимиром Дмитриевичем незадолго до его смерти. В тот день я доверил ему озарившую

меня незадолго до этого мысль. Суть ее была в том, что: «все что в нас есть человеческое (наша сущность) это творчество, ведь все остальные наши проявления ничем не отличаются от проявлений окружающего нас живого и неживого. Человек не просто живет творчеством, он и есть само творчество, т.е. тождественен ему. Человек возникает в окружающем нас мире только через свое творчество. Творчество человека можно воспринять либо непосредственно, находясь в момент творения рядом (но эти мгновения – вспышки очень редки, хотя и очень величественны), либо впитывая результаты творчества посредством сохраненных в том или ином виде научной, художественной, музыкальной и т.п. новой ценной информации (так происходит в подавляющем числе случаев). Эта информация воспринимается посредством мозга, и для нас нет разницы, физически живет или нет в наше время творящий. Пока продукт творчества находится в твоей голове, этот человек с тобой, он часть тебя. Вся его суть в его творческом результате, более ничего в нем человеческого нет ... Творчество одно, другое, третье соединяются в голове человека творящего, творя, он становимся голосом многих людей, учитывая, используя, декларируя их творческий результат. Таким образом, человек продолжает оставаться тем, кем он был – человеком, даже если его физическое тело давно не существует».

Мне казалось, что я говорю ему что-то новое и очень важное. Но Владимир Дмитриевич нисколько не удивился моему откровению, внимательно посмотрел на меня и произнес, что это ему давно очевидно...





Коллектив кафедры технической физики



Кафедра  
**ФИЗИКО-  
ХИМИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ АНАЛИЗА**

## Обеспечение единства измерений в России (вклад кафедры ФХМА)

*Д.Г. Лисиенко*

Совершенствование метрологического обеспечения современных методов аналитического контроля тесным образом связано с широким применением стандартных образцов состава веществ и материалов. Они, будучи практически единственным эталонным звеном в измерительной схеме количественного химического анализа, позволяют в наилучшей степени обеспечить метрологический контроль всех стадий получения аналитической информации, начиная от разработки, аттестации и стандартизации методик измерений, включая поверку, калибровку и практическое применение используемых приборов, заканчивая процедурами контроля точности измерений. Осознавая важность обеспечения единства измерений химического состава материалов атомной промышленности кафедра физико-химических методов анализа в 1970–1975 гг. инициирует создание нового научно-практического направления своей деятельности – разработку технологии и производство государственных стандартных образцов состава материалов ядерной энергетики, предназначенных для метрологического обеспечения методов атомно-эмиссионного спектрального анализа. Существенную помощь в этом начинании оказал известный в отрасли аналитик-спектроскопист Л.В. Липис, в то время возглавлявший аналитическую лабораторию ВНИИИМ. Научное руководство этой деятельностью вначале осуществлял профессор В.Н. Музгин, а с 1985 г. и по настоящее время – доцент Д.Г. Лисиенко.

В начале 70-х была сформулирована основная задача вновь организованного направления – создание государственных стандартных образцов состава (ГСО), специально предназначенных для аттестации СО предприятий и градуировки атомно-эмиссионных спектральных методик анализа. Отсюда вытекали и особые требования к СО: широкая номенклатура аттестуемых элементов, соответствующая нормативным документам; разработка комплекта, покрывающего большой диапазон концентраций примесей (2–4 порядка), начиная с  $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ %; высокая стабильность материалов, обеспечивающая их функционирование в течение нескольких десятков лет; близость спектрохими-

ческих характеристик материалов анализируемым формам; относительно небольшой объем выпуска (в пределах килограмма).

Однако, несмотря на все предпринятые кафедрой усилия, преодолеть бюрократические препоны и организовать специализированную (отраслевую) лабораторию не удалось. Все поисковые и теоретические исследования осуществляли в рамках госбюджетных тем, а практическое их воплощение – в виде хоздоговорных работ с заинтересованными предприятиями и организациями (ВНИИИМ, Чепецкий механический завод, Ульбинский металлургический завод, НИИ Графит, Новосибирский завод химконцентратов, Уральский электрохимический комбинат, химкомбинат «Маяк» и др.).

При выборе общего подхода к созданию СО дисперсных оксидных композиций, какими являлось большинство аналитических проб ядерных материалов, мы сразу были сориентированы на управляемый синтез образцов и их последующую аттестацию на основе данных процедуры приготовления, хотя до наших работ в стране было известно всего два типа подобных ГСО (работы А.Б. Шаевича). Выбор этого метода был обусловлен тем, что альтернативный способ – применение промышленных способов синтеза материалов с аттестацией путем межлабораторного эксперимента – хотя и обеспечивает наилучшую степень соответствия СО анализируемым объектам, для образцов рассматриваемого типа весьма трудоемок и дорогостоящ. Кроме того, и это самое важное, он характеризуется относительно низкой достоверностью при определении малых содержаний компонентов опять же из-за применения в аттестационных измерениях сравнительных методик анализа. Кстати, в этом мы и не только мы неоднократно убеждались практически, сопоставляя результаты анализа созданных нами ГСО, полученные в различных лабораториях.

Перечисленные обстоятельства предопределили применение при решении поставленной задачи методов синтеза, позволяющих контролировать поведение аттестуемых элементов на всех этапах процесса. При этом нами в основном используется технология, основанная на введении дозированных количеств элементов-примесей в виде растворов (реже

в виде мелкодисперсных порошков) в специально подготовленные чистые порошкообразные матрицы, термической обработке материалов, их измельчению и усреднению. За прошедший период был выполнен большой цикл работ по обоснованию технологии введения аттестуемых примесей в дисперсные СО, отработаны режимы и созданы приспособления для высокоэффективного и практически стерильного измельчения и усреднения, предложены приемы и способы надежного установления степени неоднородности, определены условия обеспечения и оценивания долговременной стабильности образцов, разработаны алгоритмы их применения в системе контроля качества анализа. Активное участие в решении этих задач принимали сотрудники кафедры М.А. Домбровская, М.Г. Ляпилина, Е.П. Пилипенко, С.А. Бакунин, Н.Д. Сергиенко, И.Б. Курбатова, М.В. Маслова, О.Г. Хохлов, Э.А. Петрова, а также студенты С. Куксенко, Е. Антипов, Н. Ульянова и др. Итогом исследований явилось создание и выпуск в обращение комплектов государственных стандартных образцов состава, обеспечивающих единство измерений наиболее важных материалов, применяемых в атомной промышленности, закись-окись урана, оксиды циркония, бериллия, тантала, карбонат лития, графит. Значение этих СО оказалось столь существенно, что предприятия-пользователи выделили специальное финансирование для выполнения соответствующих испытаний и продления срока действия некоторых комплектов. Многие наработки кафедры использованы государственными метрологическими органами при создании нормативных документов, регламентирующих требования к СО состава, аттестуемых расчетным способом.

Широкое применение при градуировке химико-спектральных методик анализа чистых веществ нашли комплекты СО на основе графитового порошка (СОГ-21, СОГ-24, СОГ-28, СОГ-13, СОГ-37 и недавно выпущенный СОГ-30). Они имитируют состав графитового коллектора микропримесей, в который в ходе операций предварительного концентрирования в основном методами экстракции (например, при определении примесей в урановых и плутониевых материалах) и дистилляции (при анализе материалов на основе оксида кремния, германия, серы, селена и ряда других) извлекают определяемые компоненты. Кроме основного назначения, возможны и другие области применения данных СО. В частности, нами накоплен большой

опыт использования разработанных комплектов для атомно-эмиссионного анализа широкого круга чистых металлов в порошковом состоянии (платины, палладия, осмия, иридия, родия, рутения, молибдена, вольфрама), а также оксидов или солей (урана, тантала, циркония, никеля, лития, стронция, гафния, скандия) методом добавок. Графитовые СО широко применяют при поверке спектроаналитических комплексов, производимых ООО «Оптоэлектроника», при анализе геологических и биологических объектов в институтах Сибирского отделения РАН.

После создания при кафедре в 1993 г. Российской арбитражной лаборатории испытаний материалов ядерной энергетики (РАЛ) группа СО выходит с инициативой создания новой серии государственных стандартных образцов состава закиси-оксида урана с существенно расширенной номенклатурой аттестуемых элементов-примесей и предназначенных для метрологического обеспечения не только традиционных (спектральный анализ методом фракционной дистилляции), но и современных физических методов анализа (ICP-ES-MS). С этой целью нами были объединены финансовые усилия нескольких наиболее крупных предприятий Минатомпрома, таких как машиностроительный завод (г. Электросталь), Чепецкий механический завод (г. Глазов), Сибирский химический комбинат (г. Северск), горнохимический комбинат (г. Железногорск) и ряда других. Особую роль в выполнении этого проекта сыграл Уральский электрохимический комбинат и его ЦЗЛ, которые не только предоставили в достаточном количестве уникальную по степени чистоты закись-окись урана, но и создали возможность и сами активно включились в проведение аттестационных исследований приготовленных материалов. Так, выпускник кафедры С. Трепачев защитил кандидатскую диссертацию с тематикой, связанной с получением и анализом матричного материала СОУ. К настоящему времени в обращение выпущены комплекты СОУ ФД, СОУ 18 (по шесть образцов), СОУ Р (четыре образца) и СОУ 8Р (три образца). Все эти комплекты внесены в госреестр СО и являются образцами утвержденных типов. В них в совокупности аттестовано содержание более чем 40 элементов на уровне концентраций от  $n \cdot 10^{-2}$  до  $n \cdot 10^{-5}$ %. Их применение для контроля качества анализа узаконено отраслевыми стандартами, поэтому их активно приобретают и исполь-

зуют на предприятиях «Росатома», таких как МСЗ (г. Электросталь), СХК (г. Северск), ЭХЗ (г. Зеленогорск), УЭХК (г. Новоуральск), НПО «ЛУЧ» (г. Подольск), ЧМЗ (г. Глазов) АЭХК (г. Ангарск), НЗХК (г. Новосибирск), ГХК (г. Железногорск), НИИАР (г. Димитровград), ВНИИХТ, ВНИИНМ (г. Москва), «Маяк» (г. Озерск), ППГХО (г. Краснокаменск) и других.

С начала 90-х гг., когда в атомной промышленности произошел резкий спад и практически полностью закрылись источники финансирования работ по аналитической метрологии, группа СО кафедры по предложению Свердловского (Екатеринбургского) завода ОЦМ приступила к созданию государственных стандартных образцов состава некоторых платиновых металлов, предназначенных для градуировки аппаратуры при выполнении стандартизованных и аттестации вновь разрабатываемых методик измерений с целью обеспечения единства измерений содержания в этих материалах микрокомпонентов. В результате цикла исследовательских и прикладных работ, посвященных изучению технологии приготовления металлокерамических СО, применению лазерного микроспектрального анализа для исследований неоднородности материалов, аттестации методик определения компонентов в особо чистых матричных материалах, в которых участвовали М.А. Домбровская, Н.В. Ульянова, Е.Д. Кубрина, Е.В. Слепухина, А.В. Обогрелов в период с 1996 по 2006 г. были выпущены в ранге государственных комплекты стандартных образцов состава всех порошкообразных металлов платиновой группы – платины, иридия, осмия, палладия, родия и рутения. Есть надежды, что совместные работы с ОАО «ЕЗОЦМ» будут продолжены. Высокое качество созданных ранее образцов было оценено АО «Уральские инновационные технологии», по заказу которого в 2013 г. был изготовлен еще один тип СО иридия.

Накопленный в лаборатории опыт аттестации СО урановых материалов успешно был использован в совместной с УЭХК разработке комплектов стандартных образцов для радиохимического определения плутония-239 и нептуния-237 в закиси-оксида урана и технеция в уранилфториде. Материалы выполненных исследований использованы в диссертационной работе выпускника кафедры, ныне начальника ЦЗЛ УЭХК С.Л. Иванова. В 2007 г. группа стандартных образцов РАЛ по заказу

машиностроительного завода (г. Электросталь) самостоятельно разрабатывает и изготавливает ГСО закиси-оксида урана, содержащей высокие удельные активности изотопов плутоний-239 и плутоний -240 (100 и 10 Бк/г).

Особое значение в настоящее время приобретают СО, представляющие собой растворы чистых химических веществ. Прежде всего это обусловлено тем, что многие современные генераторы аналитического сигнала, например индукционная плазма в оптической эмиссионной спектроскопии (ICP-OE) и масс-спектрометрии (ICP-MS), подавляющее большинство атомизаторов в атомно-абсорбционном анализе и др., функционируют в основном с пробами в виде растворов. При этом переход к анализу растворов позволяет уменьшить погрешности, связанные с неоднородностью анализируемых объектов, резко снизить влияние состава и структуры проб на результаты определений, широко использовать приемы химического разделения и концентрирования компонентов, обеспечить стабильное поступление аналита в рабочую область



Стандартные образцы состава растворов ионов металлов

генератора, упростить процедуру приготовления образцов для градуировки приборов, а также аттестованных смесей. В России выпускается большой перечень стандартных образцов (ГСО) состава растворов ионов, особенно хорошо ими обеспечены области эколого-аналитического контроля, анализа продукции и сырья цветной металлургии. Однако, стандартные образцы растворов ряда элементов,





Комплект СО фторцирконата калия

определение которых является необходимым в современных материалах, не были разработаны вовсе, хотя закон об обеспечении единства измерений требует обязательного применения СО утвержденных типов в областях, подлежащих государственному метрологическому надзору и контролю, в том числе и в атомной энергетике. УЭХК обратился к нам с предложением о создании СО состава растворов, содержащих цирконий, ниобий, тантал, рений и рутений, необходимых для градуировки химико-масс-спектральной методики определения примесей в гексафториде урана. В короткий период нами разработана и реализована технология приготовления, методы аттестации и исследования метрологических характеристик, установлены условия фасовки и хранения растворов. Активное участие в этих разработках принимали М.А. Домбровская, Э.А. Петрова и студенты – М. Лисиенко, С. Светлакова. Впервые в стране в паспортах, созданных ГСО, приведены результаты обзорного (на содержание примесей) масс-спектрального анализа растворов, что важно при градуировке с

их помощью многоэлементных методик. Первый опыт оказался успешным, и поэтому последовали предложения о разработке и выпуске СО состава растворов тория, самария, европия, гадолиния, диспрозия, празеодима, неодима, гафния, церия, палладия, родия. Подавляющее большинство этих ГСО являются уникальными, а их единственный производитель в России – наша лаборатория.

В контроле атомных технологий важную роль играют стандартные растворы, содержащие уран. Такие образцы в России имеются, однако для ряда методов анализа и испытаний важно иметь в качестве аттестованных характеристик не только общее содержание урана в растворе, но и содержание отдельных изотопов, в частности урана с массовым числом 235, причем с отличающимся от природного изотопным распределением. Нами при участии специалистов УЭХК созданы два типа подобного рода образцов, один – для градуировки ИСР – масс-спектрометров, другой в виде комплекта – для поверки и градуировки комплекса средств измерений при проведении экспресс-анализа урансодержащих проб.

Для градуировки портативных  $\gamma$ -спектрометров, применяемых при контроле параметров ядерной безопасности разделительного производства, нами разработаны государственные стандартные образцы поверхностной плотности урана (СОППУ) с различной степенью обогащения изотопом уран-235 (вплоть до 70 %).

Работа по созданию и аттестации материалов стандартных образцов невозможна без современной

методической и приборной аналитической базы. Поэтому сотрудники группы постоянно разрабатывают новые методики анализа веществ, применяемых при синтезе СО, и в соответствии с требованиями закона об обеспечении единства измерений аттестуют их в органах Ростехрегулирования. Всего за время существования РАЛ разработана и аттестована 21 методика измерений, информация о части из них размещена в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

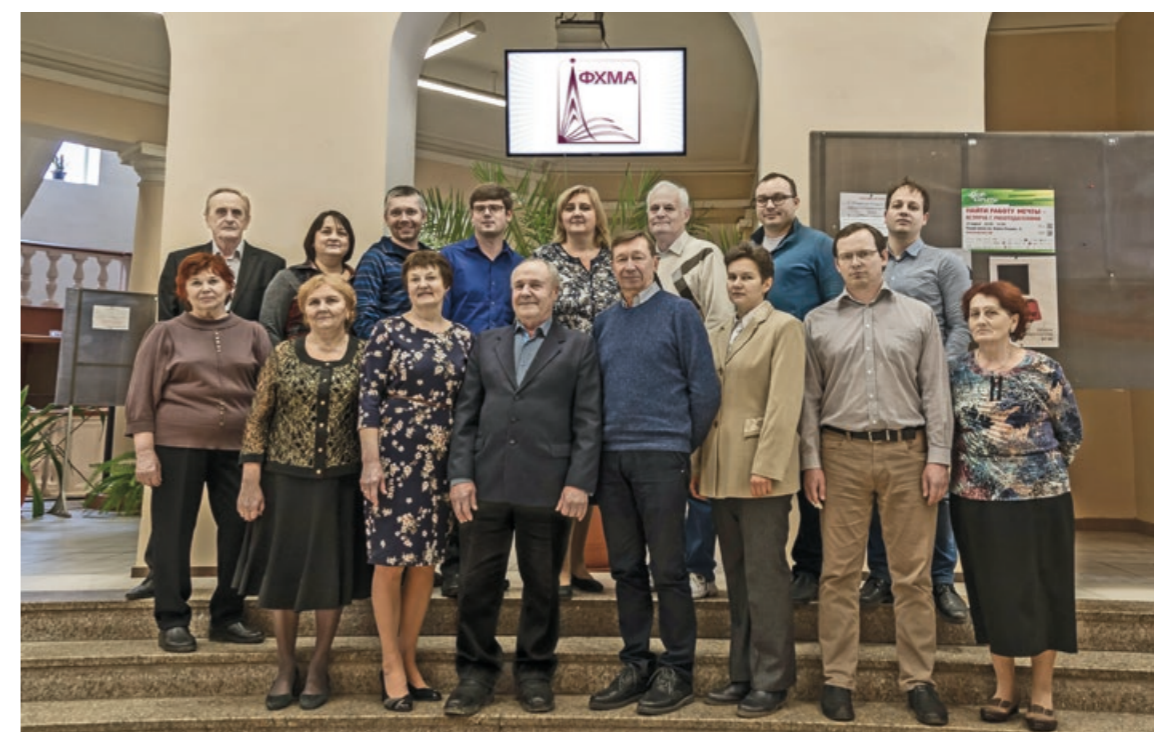
В рамках инновационной программы 2007-2008 гг. в группе СО установлен и освоен эмиссионный ИСР-спектрометр OPTIMA-2100 DV. Для активизации наших работ по созданию стандартных образцов состава ФГУП УЭХК передал в пользование ИСР-масс-спектрометр ELAN 9000. Именно эти приборы сыграли ведущую роль в успешном завершении в 2010 г. работ по аттестации в ранге ГСО закиси-оксида урана особой чистоты (комплект СОУ Ч), которую можно использовать в качестве «холостой пробы» в прямых методах анализа урановых материалов (масс-спектрометрия, атомные эмиссия и абсорбция и др.), а также для приготовления рабочих градуировочных образцов. В этом образце массовая доля Si не превышает 3 млн<sup>-1</sup>, Ca, Fe, Mg,

Ni, P, Na - 1 млн<sup>-1</sup>, Al, Cr, Cu, K, Mo, Pb, Ti, Zn, - 0,3 млн<sup>-1</sup>, Ag, B, Ba, Be, Bi, Co, In, Li, Mn, Nb, Ru, Sn, Sr, Ta, V, W, Zr, - 0,03 млн<sup>-1</sup>, Dy, Er, Eu, Sm, Cd, Gd, Th - 0,002 млн<sup>-1</sup>.

Лаборатория стандартных образцов РАЛ продолжает взаимодействовать с предприятиями концерна ТВЭЛ. Так, по заказу Чепецкого металлургического завода в 2015 г. выпущен комплект СО утвержденного типа (ГСО 10593-2015), предназначенный для метрологического обеспечения рентгено-флуоресцентных и спектральных методик анализа фторцирконата калия, который является важнейшим промежуточным продуктом технологии получения ядерно-чистого циркония. Заканчиваются работы по установлению метрологических характеристик СО состава оксида гафния. По заказу машиностроительного завода (г. Электросталь) изготовлены стандартные образцы, предназначенные для контроля спектральной методики определения бора в силумине и электрокорунде. В планах метрологического обеспечения концерна обозначена проблема создания новых типов СО состава закиси-оксида урана, в решении которой РАЛ примет активное участие.



Избранные Свидетельства об аттестации методик измерений и об утверждении типа СО



Сотрудники кафедры ФХМА. слева направо – Д.Г. Лисиенко, Е.Д. Кубрина, А.В. Крылысов, А.С. Жилин, Н.Л. Васильева, А.А. Пупышев, А.В. Абрамов, В.В. Карпов, Т.А. Дранишникова, Т.И. Никонова, М.А. Домбровская, О.Г. Хохлов, О.И. Ребрин, Е.В. Семенова, Д.А. Данилов, Т.Б. Новожинова.

## Тернистый путь в Scopus (история создания научного журнала «АНАЛИТИКА И КОНТРОЛЬ»)

А.А. Пупышев

### Организация журнала

Научный журнал «Аналитика и контроль» издается с осени 1997 г. Пилотный номер журнала, презентация которого состоялась в сентябре 1997 г. на XIII Уральской конференции по спектроскопии (г. Заречный, Свердловской обл.), носил название «УРАНИК» (Уральская аналитика и контроль). Но уже со второго номера журнал выходит под сегодняшним названием.

Идея выпуска такого регионального журнала существовала давно, но именно при подготовке конференции по спектроскопии было решено воплотить эту идею в жизнь. Причиной этого решения являлось отсутствие или недостаток информации на предприятиях, фирмах, институтах и других организациях по многим важным вопросам практической

деятельности аналитиков. Мы, члены оргкомитета конференции, хотели ликвидировать этот недостаток для аналитических служб предприятий Урала. По нашему мнению в журнале должна была печататься реклама фирм – производителей аналитических приборов, комплектующих частей, расходных материалов; информация по метрологическому и методическому обеспечению методов анализа и контроля; информация о планируемых аналитических конференциях, совещаниях, симпозиумах, выставках и т.д.; изданных и подготавливаемых к печати книгах, ГОСТах и др. материалах; сведения о новых приборах, которые приобретены и эксплуатируются на наших уральских предприятиях с оценкой их практических возможностей; обзоры публикаций в центральных аналитических журналах; обзоры по методам анализа. Первоначально также предполагалось, что будут, возможно, публиковаться статьи научного и методического характера, поскольку в то время из-за финансовых трудностей предприятий значительно сократилась их подписка на российские аналитические журналы «Журнал аналитической химии» и «Заводская лаборатория».

Учредителями журнала являлись ассоциация «Ураланалит», Золото-платиновый институт, техноцентр «Лазерная диагностика и чистые технологии» НИКИЭТ, УГТУ-УПИ, УНИИМ, УрГУ, ОблЦГСЭН (г. Екатеринбург). Представители всех этих организаций вошли в первоначальную редакционную коллегию журнала. Основную редакционную работу выполняли представители физтеха УГТУ-УПИ



Обложка пилотного номера журнала «Ураник»



Примеры эволюции обложек журнала «Аналитика и контроль»

В.Н. Музгин (главный редактор), Д.Г. Лисиенко, А.А. Пупышев (зам. главного редактора с 1999 г.), В.К. Слепухин. Издание журнала первоначально осуществлялось в УГТУ-УПИ инициативной группой, состав которой часто менялся, а затем – специально созданным ООО «Редакция журнала «Аналитика и контроль».

### Становление журнала

Тематика журнала в первые годы издания была достаточно широкой: аналитическая химия и аналитический контроль, экология, метрология и сертификация. Постоянно в больших объемах печаталась информация о новых аналитических приборах и материалах, реклама аналитических фирм. Но основной объем журнала уже со второго номера начали заполнять научными и научно-методическими статьями. Журнал сразу стал периодическим изданием и выходил регулярно 4 раза в год. В некоторые годы из-за обилия материала для публикаций выпускалось по 5 номеров журнала. Выходили и специализированные номера журнала, посвященные аналитическим приборам ведущих фирм-производителей и применению данных приборов в аналитической практике, организациям аналитического профиля, а также номера с материалами прошедших конференций по аналитической химии. В некоторых номерах журнала печатали оригинальные цветные вкладки, дающие обобщенную справочную информацию по различным методам аналитической химии (ААС, ИСП-АЭС, ИСП-МС, РФА и др.). Объем одного номера журнала обычно составлял 120 страниц формата А4, что сохранилось по настоящее время.

Журнал издавали только на средства спонсоров, публикуемой в каждом номере рекламы аналитических приборов, материалов и программного обеспечения, доходов от деятельности вышеупомянутого ООО по организации научных мероприятий (презентации, семинары, конференции). Сама редакция журнала первые 10 лет работала только на общественных началах. Это создавало постоянно серьезные трудности при издании журнала, хотя подписка на него в 2000–2005 гг. через ООО была достаточно широкой.

С самого начала издания в редакционную работу журнала были заложены, несмотря на

сопротивление некоторых членов редакции, общие принципы, характерные для лучших научных журналов: прием и обработка рукописей только в электронной форме, рецензирование рукописей, сопровождение каждой публикации соответствующим научным инструментарием (номер классификации УДК, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках, ссылки, библиография, таблицы, графики, иллюстративный материал), объединение всех номеров одного года в один том со сплошной нумерацией страниц, распространение журнала по подписке, постоянное ведение в Интернете сайта журнала с бесплатным доступом ко всем опубликованным статьям. В дальнейшем это очень помогло в научном становлении журнала.

Спустя несколько лет издания журнал фактически стал общероссийским и известным широкой научной общественности. В редколлегию журнала были привлечены ведущие специалисты – доктора наук различных специализаций, представленных в журнале. На публикации журнала ссылались ученые России и стран СНГ. В журнале печатались авторы из России, стран СНГ и даже дальнего зарубежья. По подписке через ООО распространялось уже около 200 номеров журнала.

К основным заслугам журнала первых десяти лет издания можно отнести:

- оперативное многолетнее знакомство аналитиков страны с новыми разработками;
- публикацию актуальных обзоров по новым направлениям аналитической химии и аналитического контроля;
- ведущие русскоязычные публикации по методу масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС);
- первые публикации по многоканальным анализаторам спектров (МАЭС);
- большую серию публикаций по рентгеноспектральному анализу;
- оперативную информацию о предстоящих конференциях и только что опубликованных книгах.

Редакция журнала возродила Уральскую конференцию по спектроскопии, проведение которой прекратилось в годы перестройки. С 1997 г. с периодичностью через год было проведено 6 регулярных конференций. В каждой конференции обычно участвовало 200–300 специалистов из

нашей страны и зарубежья, более 20 отечественных и иностранных производителей аналитических приборов, материалов, реактивов и программного обеспечения каждый раз развешивали свои стенды и информировали участников о новых разработках.

### Первый кризис

Спустя практически 10 лет после организации «Аналитика и контроль» состоялся как научно-прикладной журнал с богатой историей выпусков, строгой научно-практической ориентацией, своим достаточно широким кругом читателей и авторов, заинтересованных в том, чтобы издание журнала продолжалось, а сам журнал усиливал свои научные позиции. Но при всех его достоинствах журнал не был включен в утвержденный к тому времени Перечень Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации (Перечень ВАК РФ) по рекомендуемым для защит кандидатских и докторских диссертаций рецензируемым журналам. Причиной невозможности выполнения всех требований ВАК являлось полное отсутствие какого-либо финансирования издания журнала и работы редакции. В результате к 2007 г. журнал потерял большинство подписчиков, портфель редакции резко опустел, остались неизданными печатно несколько номеров журнала. Кроме того, в 2006 г. ушел из жизни главный редактор журнала профессор В.Н. Музгин, выполнявший одновременно обязанности председателя Уральского отделения Научного совета РАН по аналитической химии (НС АХ РАН). В начале 2007 г. центральный НС АХ РАН объявил о проведении выборов председателя Уральского отделения и тут же, без выборов, назначил на эту общественную должность профессора В.Н. Майбунова из Уфы. Новый председатель в марте 2007 г. приехал знакомиться с аналитиками Екатеринбурга и озвучил свою основную программу действий, согласованную с руководителем НС АХ РАН академиком Ю.А. Золотовым и состоящую из двух пунктов:

- прекратить издание журнала «Аналитика и контроль» (хотя уже была проведена подписка на 2007 г.) и заняться доведением журнала до уровня ВАК (без издания!);
- прекратить проведение уральских конференций по спектроскопии (хотя приличные спонсорские деньги

на конференцию 2007 г. уже были перечислены ООО «Редакция журнала «Аналитика и контроль»»).

Оставшиеся к тому времени члены редакции журнала не приняли данную уникальную программу и продолжили свою «раскольническую» деятельность уже без какого-либо согласования с НС РАН АХ, при полном отсутствии финансирования и пустом редакционном портфеле. Поэтому 2007 г. был самым тяжелым в истории журнала. Но нужно отметить, что ряд членов редколлегии и авторов продолжали постоянно интересоваться судьбой журнала, помогать советами и редакционными материалами. По их наводке редакция обращалась в другие университеты и институты УрО РАН с просьбой «усыновить» действующий, развитый и популярный журнал, но положительного решения не было найдено. Из-за крайних финансовых затруднений учредители ООО «Редакция журнала «Аналитика и контроль» официально прекратили его деятельность в феврале 2008 г.

### Второе дыхание

Летом 2008 г. с помощью нового ректора УГТУ-УПИ профессора А.И. Матерна, который входил в редколлегию журнала, «Аналитика и контроль» удалось ввести в состав университета, который стал учредителем и издателем журнала. Приказом ректора главным редактором журнала был назначен профессор кафедры ФХМА А.А. Пупышев, определено финансирование редакции и издания журнала. При этом были поставлены понятные задачи: возродить регулярное издание журнала, поднять его научный уровень и добиться внесения журнала в Перечень ВАК. Были сформированы новая редакционная коллегия и редакция журнала. При этом вся редакционная и издательская работа, подписка и распространение полностью возлагалась на редакцию журнала.

Регулярное финансирование позволило отпечатать пропущенные номера журнала, рассчитаться с подписчиками, которые непрерывно требовали исполнения редакционных обязательств, наладить регулярный выпуск текущих номеров журнала. Тематика издания была целенаправленно сужена: аналитическая химия и аналитический контроль. Журнал начал публиковать только научную информацию и отказался от публикации рекламы. Был

создан зеркальный сайт журнала в УрФУ, проведено копирование всех опубликованных в журнале статей за все годы издания и размещение их на данном сайте для бесплатного пользования. Был резко увеличен круг рецензентов журнала за счет докторов наук, членов НС АХ РАН. В 2009 г. была получена лицензия на издание и распространение журнала, был заключен договор на проведение всероссийской подписки и распространение журнала (Объединенный каталог «Пресса России»). Были получены во Франции международные идентификаторы журнала ISSN (печатная и электронные версии), заключен договор с Всероссийским институтом научной и технической информации (ВИНИТИ) о постоянном реферировании журнала. Журнал включен в базу данных eLIBRARY.ru и Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Все это позволило оформить соответствующие заявочные документы, и в 2010 г. журнал полноправно вошел в Перечень ВАК, что сразу же существенно увеличило научный портфель редакции.

### Второй кризис

Но счастливые времена длились недолго. В 2011 г. произошло слияние УГТУ-УПИ и УрГУ с образованием Уральского федерального университета. Началась поспешная перестройка всех университетских структур и... в результате журнал «Аналитика и контроль» непостижимым образом выпал из структуры УрФУ. Это сразу же привело к существенным сбоям в финансировании работы редакции и издания журнала. Вновь настали тяжелые времена. Многократные обращения к руководству университета не поправили ситуацию. Но редакция не прекращала свою работу, и журнал выходил регулярно. При этом «Аналитика и контроль» был единственным научно-техническим журналом из шести, издаваемых университетом. Осенью 2011 г. редакции журнала было предложено оценить возможности его перевода на английский язык, вхождения в системы Web of Science и получения международного индекса научного цитирования, вернуться к размещению в журнале рекламы. Ответные предложения были редакцией разработаны и переданы руководству УрФУ, но никакой реакции на эти предложения длительное время не было. Тяжелые времена для журнала продолжались.

### Третье дыхание

Летом 2013 г. университет вошел в число 15 отечественных вузов, получивших право на получение правительственной субсидии для реализации плана мероприятий по повышению международной конкурентоспособности ведущих университетов РФ среди ведущих мировых научно-образовательных центров (Программа 5-100-2020). После получения университетом финансирования по Программе началось осуществление проекта по изданию научных журналов УрФУ, в рамках которого было предусмотрено развитие 11 журналов, 6 из которых (в том числе «Аналитика и контроль») по плану должны были войти в международную информационную базу данных Scopus. При этом финансирование работы редакции и издания журнала начали осуществлять по ежегодным договорам между редакцией журнала и УрФУ именно из средств Программы 5-100-2020. Конечно, временная равномерность финансирования журнала при этом постоянно нарушалась, но по итогам каждого года объем финансирования все же соблюдался.

Началась большая и напряженная работа редакции по выводу журнала на международный уровень: была существенно изменена структура печатаемых статей; резко расширен объем англоязычных аннотаций статей и начал осуществляться их перевод профессиональными переводчиками; осуществлен переход на офсетную цветную печать; заключен договор с CrossRef для получения международных идентификационных номеров опубликованных научных статей DOI; создан двуязычный сайт журнала (<https://journals.urfu.ru/index.php/analitika/>), содержащий и поддерживающий постоянно все необходимые атрибуты, присущие международным научным журналам; организована поставка файлов статей с метаданными в требуемом формате и др. В результате этой работы осенью 2016 г. журнал был включен в международную информационную базу Scopus, проиндексированы все статьи 2016 г. и индексируются сейчас постоянно.

## Сегодняшняя ситуация

В настоящее время журнал «Аналитика и контроль» представляет собой научное периодическое издание международного уровня, входящее в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), Scopus, Russian Science Citation Index (RSCI), перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (Перечень ВАК). Освещаемые в журнале основные аналитические направления полностью соответствуют научным специальностям 02.00.02 «Аналитическая химия» (химические, физико-математические и технические науки) и 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» (технические науки). Постоянными популярными рубриками журнала являются обзоры, приборы и методы аналитического контроля, стандарты и метрология, аналитические лаборатории, в библиотеку специалиста, подготовка специалистов, обмен опытом, симпозиумы и конференции, история, люди и даты.

За все годы издания опубликовано свыше 1150 научных статей в 85 выпусках журнала. Журнал сейчас не имеет проблем с наполнением редакторского портфеля. При этом на стадии предварительного рассмотрения и рецензирования отбраковывается около 50 % рукописей (это обычный уровень для ведущих научных журналов). Все рукописи статей подвергаются обязательному одностороннему слепому рецензированию не менее чем двумя рецензентами (авторы не знают рецензентов). С редакцией сотрудничают свыше 120 отечественных и зарубежных рецензентов (все – доктора наук по различным аналитическим профилям). Редакция журнала особенно благодарна рецензентам за их бескорыстную работу, быстрое, конструктивное и благожелательное по отношению к авторам рецензирование рукописей.

Журнал является (по данным РИНЦ) ведущим по научному цитированию среди других русскоязычных аналитических журналов. По нашему мнению, это обусловлено следующими факторами:

1. Очень высокой скоростью публикации: зачастую 2-4 месяца (зависит от качества рукописи), в то время как в ведущих аналитических журналах – 8-12 месяцев;
2. Большей объективностью обязательного двойного рецензирования рукописей;
3. Отсутствием жестких ограничений на размер исходной рукописи;
4. Обработкой рукописей только в электронной форме;
5. Бесплатным доступом ко всем статьям журнала за все годы издания;
6. Приглашением к публикации авторов, чьи направления исследований в настоящее время привлекают наибольшее внимание специалистов;
7. Публикацией обзоров по современным направлениям аналитической химии и аналитического контроля.

Журнал «Аналитика и контроль» стремится к повышению качества научных публикаций, расширению круга рецензентов и подготовке заказных рукописей по перспективным направлениям аналитической химии, готов к активному диалогу с читателями и авторами.

## Третий кризис?

Программа 5-100-2020, из средств которой сейчас финансируется издание журнала, заканчивается в 2020 г. В настоящее время из этой программы финансируется уже издание 18 научных журналов УрФУ. Дальнейшие источники финансирования для журналов не определены. Следовательно, нас ждут вновь тяжелые времена?



Кафедра

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
ФИЗИКИ**



## Кафедра экспериментальной физики

*В.Ю. Иванов*

Кафедра экспериментальной физики (ранее кафедра №24) основана в 1951 г. С момента основания и по настоящее время является крупнейшим ядерно-физическим учебным центром Уральского региона.

Сегодня кафедра готовит бакалавров и магистров по направлениям «Ядерная физика и технологии» и «Биотехнические системы и технологии», инженеров по специальности «Электроника и автоматика физических установок», кадры высшей квалификации по направлениям аспирантуры «Приборы и методы экспериментальной физики» и «Физика конденсированного состояния». Выпускников кафедры отличают системные фундаментальные знания физики и математики, добротные навыки практического создания электронных приборов и систем, умение находить оригинальные решения физико-технических или биотехнических задач любой сложности, решать проблемы на стыке наук в промышленности, науке, медицине. Как и прежде, технологии обучения на кафедре максимально приближены к уровню современной инженерной или научной деятельности, что гарантирует востребованность ее выпускников на рынке труда.

Сложившиеся на кафедре научные направления – люминесценция и радиационная физика твердого тела (профессора Б.В. Шульгин, В.А. Пустоваров, И.Н. Огородников, И.И. Мильман), ядерно-физические методы в материаловедении, биологии, медицине (профессор А.В. Кружалов, главный научный сотрудник М.И. Оштрах, старший научный сотрудник В.А. Семенкин), технологии радиационной безопасности (профессора М.В. Жуковский, А.П. Оконечников), ядерное приборостроение (главный научный сотрудник

О.В. Игнатъев), акустическая спектроскопия (ведущий научный сотрудник В.В. Гудков) – постоянно подтверждают свою эффективность и состоятельность как в области фундаментальных изысканий международного уровня, так и в области практического воплощения их результатов. Одной из первых статус ведущей научной школы Уральского федерального университета присвоен Уральской школе люминесценции, основанной на кафедре профессором Ф.Ф. Гавриловым.

Кафедра сохранила и развивает на современном уровне культуру управления излучением. На базе кардинально обновленного в рамках программы развития парка ускорительной техники реализуются крупные инновационные проекты. Линейный ускоритель электронов УЭЛР-10-10С производства НПП «КОРАД» (г. Санкт-Петербург) стал основой внедренческого центра радиационной стерилизации, введенного в эксплуатацию в 2013 г. Возможности нового центра широко используются в образовательном процессе по всем направлениям обучения. Близки к завершению работы по вводу в строй циклотронного центра ядерной медицины. Первый пучок протонов выведен из циклотрона TR-24 (ACSI, Канада) в декабре 2018 г. Проекты подобного масштаба с использованием ускорительной техники в современной истории университетов России реализуются впервые.

С 2014 г. на кафедре успешно функционирует ключевой центр превосходства «Радиационные и ядерные технологии», организованный как один из центров формирования компетенций мирового уровня успешного продвижения вуза в программе повышения конкурентоспособности российских университетов.



## Уральская школа люминесценции

Ведущая научная школа Уральского федерального университета - Уральская школа люминесценции, исторически связана с работами академика С.И. Вавилова, экспериментально и теоретически изучавшего явление люминесценции при различных видах радиационного возбуждения. Основатель научной школы Ф.Ф. Гаврилов, будучи учеником академика С.И. Вавилова, вынужден был прервать свою научную работу, так как был мобилизован в 1941 г. в ряды Красной Армии, а затем в 1949 г. - в г. Свердловск-45 для работы в атомном проекте. Его кандидатская диссертация выполнена по закрытой тематике. Участие в создании термоядерного оружия дали Ф.Ф. Гаврилову не только опыт, высшую награду Родины - орден В.И. Ленина, ученую степень, но и уникальный объект для дальнейших исследований - гидрид лития. Именно с этого уникального кристалла началось становление научно-педагогического коллектива кафедры №24 (позже кафедра экспериментальной физики), которой профессор Ф.Ф. Гаврилов заведовал с 1959 по 1980 г. В этот период кафедра становится единственным на Урале учебно-научным ядерно-физическим центром: были запущены в эксплуатацию ускорители заряженных частиц - три бетатрона, циклотрон, генератор Ван де Граафа, микротрон, сформировались научно-производственные коллективы.

Радиационно-физические исследования, начатые Ф.Ф. Гавриловым, были продолжены его первыми аспирантами Б.Л. Двиняниновым, В.С. Безелем, Б.В. Шульгиным на гидриде лития и сульфиде цинка. В дальнейшем класс объектов исследования был расширен на соединения широкозонных полупроводников  $A_2B_6$  профессором А.П. Оконечниковым. Исследование гидрида лития, начатое Ф.Ф. Гавриловым в Свердловске-45, успешно продолжил Б.Л. Двиняников со своим дипломником Б.В. Шульгиным. Их кандидатские диссертации (1966 и 1967 гг.) заложили основы научного направления, связанного с изучением электронных возбуждений и радиационных дефектов уникального кристалла LiH. Принципиальным вопросом того времени стало получение совершенных монокристаллов

*Б.В. Шульгин, А.В. Кружалов*

этого материала. Лишь в одной лаборатории США (лаборатория Претцеля) были выращены похожие монокристаллы, но недостаточно высокого качества. Под руководством Ф. Ф. Гаврилова в 60-е гг. в Уральском политехническом институте им. С.М. Кирова разрабатывается оригинальная технология выращивания крупных, оптически совершенных монокристаллов гидрида лития. Этот прорыв обеспечил систематическое исследование оптических свойств, электронных возбуждений, люминесценции и радиационного дефектообразования в LiH. Кристаллы гидрида лития построены из ионов



Основатель Уральской школы люминесценции профессор Ф.Ф. Гаврилов

$Li^+$  и  $H^-$ , каждый из которых имеет электронную конфигурацию  $1s^2$ . Обладая простейшей кристаллической решеткой и электронных строений, LiH не имеет аналогов среди бинарных кристаллов, и лишь квантовые кристаллы гелия при повышенных давлениях могут служить ему аналогом. Это сулило блестящие перспективы систематических исследований. Во взаимодействии с эстонскими физиками и их лидером, членом-корреспондентом Академии наук Эстонской ССР Ч.Б. Лушиком, было осуществлено теоретическое и экспериментальное исследование гидрида лития (опубликовано 2 монографии, сотни статей, десятки патентов, 16 человек защитили кандидатские диссертации). Ставшие докторами наук Б.В. Шульгин, С.О. Чолах, Г.И. Пилипенко, В.А. Пустоваров успешно продолжили дело своего учителя.

Если гидрид лития был прекрасным модельным объектом для исследований, то практика радиационно-физических и ядерных приложений требовала исследовать более сложные, но вместе с тем более устойчивые к экстремальным воздействиям, системы: оксиды и фториды. Этому способствовал и лазерный бум 60-х. Поэтому в 1965 г. Б.В. Шульгин начал исследования многокомпонентных оксидных люминофоров и сцинтилляторов (цирконосилкаты, танталаты, ниобаты, ванадаты, силикаты, фториды, оксифториды и др). Совместно с институтом химии твердого тела УрО АН СССР была создана мощная база синтеза этих классов кристаллов, сформировалась группа теоретиков во главе с В. А. Лобачем, специализирующаяся по квантово-химическим расчетам.

В 1980 г. профессор Ф.Ф. Гаврилов передал заведование кафедрой своему ученику, молодому профессору, д.ф.-м.н. Б.В. Шульгину. В течение 14 лет он совмещал административную работу с успешной научной деятельностью. Совместно с Ф.Ф. Гавриловым ими были выпущены 58 аспирантов, получено более 100 авторских свидетельств, опубликованы сотни статей и одна монография.

В конце 70-х гг. в научном направлении Гаврилова - Шульгина акценты стали смещаться в область применения методов люминесцентного анализа в радиационном материаловедении. Под руководством доцента А.В. Кружалова стали исследоваться бериллийсодержащие материалы, ортогерманат висмута и другие сцинтилляторы. Новые задачи потребовали новых экспериментальных подходов, расширения научных связей с отечественными и зарубежными коллегами. Была построена гелиевая

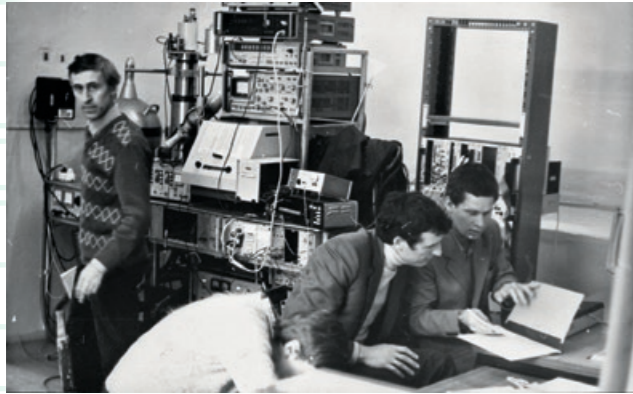


Ученик Ф.Ф. Гаврилова профессор Б.В. Шульгин, заслуженный работник высшей школы РФ

станция. Разработана и создана (впервые в СССР) автоматизированная система научных исследований твердых тел, совместно с ИЯФ СО АН СССР был создан канал ВУФ-спектроскопии на синхротроне, сдан в эксплуатацию комплекс по термоактивационной и ЭПР-спектроскопии. Выполненный в этот период цикл исследований электронных возбуждений и радиационного дефектообразования оксидных кристаллов был признан приоритетным в мировой науке. Под руководством профессоров Б.В. Шульгина и В.С. Кортובה стали выполняться прикладные задачи по детекторному материаловедению. В 1983 г. на базе научного направления профессора В.С. Кортובה создается новая кафедра «Физических методов и приборов контроля качества». Под руководством Б.В. Шульгина в этот период были предложены новые классы оптических материалов, активные среды для лазеров, оптоэлектронные устройства (более 150 авторских свидетельств и патентов).

Большую роль в формировании научного коллектива сыграли проводимые в УПИ ежегодные Зимние школы по радиационной физике, фактически ставшие всесоюзными, регулярно проводимые всесоюзные конференции, уральские совещания по спектроскопии, выпускаемые межвузовские сборники научных работ «Радиационно-стимулированные явления в твердых телах», «Химия твердого тела».

В 90-е гг., благодаря созданным в научном коллективе уникальным экспериментальным возможностям, В.А. Пустоваров, М.В. Жуковский, И.Н. Огородников сформировали свои научные направления. Благодаря оригинальным малогабаритным наносекундным ускорителям академика Г.А. Месяца, были реализованы методики исследования импульсной катодолюминесценции и импульсной абсорбционной спектроскопии, на циклотроне УГТУ - УПИ был создан оптический канал для исследования ионолюминесценции (А.В. Кружалов, Ф.Г. Нешов, В.Ю. Иванов, О.В. Рябухин), расширены экспериментальные возможности на каналах синхротронного излучения в ИЯФ СО РАН. Благодаря высокому уровню экспериментальных и теоретических работ, коллектив уверенно вошел в мировую коллаборацию исследователей на пучках синхротронного излучения и получил возможность проведения регулярных экспериментов в лабораториях HASYLAB (Гамбург, Германия), MAX-laboratory (Лунд, Швеция). Бессменным лидером группы, более 30 лет успешно и крайне продуктивно выполняю-



Профессор А.В. Кружалов, заслуженный деятель науки РФ, старший научный сотрудник Л.В. Викторов и научный сотрудник А.С. Шеин в процессе ввода в эксплуатацию одной из первых в СССР автоматизированной системы научных исследований твердых тел

щей исследования люминесценции для широкого круга объектов в отечественных и зарубежных синхротронных центрах, остается профессор В.А. Пустоваров. В 1994 г. А.В. Кружаловым и М.В. Жуковским создаются вузовско-академическая радоновая лаборатория и региональная лаборатория поверки радоновых средств измерения, разрабатываются и утверждаются правительством Свердловской области областная программа по снижению доз облучения населения Свердловской области природными радионуклидами, при Облкомприроде создается Центр радиационной безопасности (научный руководитель А.В. Кружалов). Все это позволило открыть на кафедре новую специализацию подготовки инженеров «Приборы и методы экологического мониторинга», принять участие в создании радиационной лаборатории в ИПЭ УрО РАН, сформировать во главе с М.В. Жуковским новое научное направление.

Уровень научных разработок уральской школы в области сцинтилляционной техники был настолько высок, что Минобороны РФ предложило в 1991 г. УПИ им. С.М. Кирова разработку мобильных комплексов радиационного контроля автомобильного, корабельного и воздушного базирования (руководители Б.В. Шульгин, В.Л. Петров). Совместно с заводом точной механики на Урале создана база серийного выпуска этой спецтехники. К настоящему времени два типа комплексов поставлены на снабжение Минобороны РФ. В 2010 г. целиком собственными силами были завершены работы по созданию комплекса



Участники Зимней школы по радиационной физике за обсуждением научного доклада

радиационного контроля для гражданских целей по заказу Мос НПО «Радон» (рук. А.В. Кружалов, В.Л. Петров). Комплекс успешно работает в Москве и Московской области.

В 2000-е гг. научный коллектив стал уделять внимание разработкам в области медицины (люминесцентные исследования биологических систем, разработка детекторов, устройств и аппаратуры медицинского назначения). В 2000 г. по инициативе зав. кафедрой А.В. Кружалова УГТУ-УПИ получает лицензию и начинает подготовку инженеров на кафедре экспериментальной физики по специальности «Инженерное дело в медико-биологической практике». Благодаря проектным предложениям научной школы одними из первых крупных инновационных проектов в Уральском федеральном университете стали «Создание уральского центра радиационной стерилизации медицинских изделий» (введен в эксплуатацию в 2013 г.) и «Создание циклотронного центра ядерной медицины» (ожидается ввод в эксплуатацию в 2019 г.). На базе школы организован в 2014 г. и успешно функционирует ключевой центр превосходства «Радиационные и ядерные технологии» (рук. В.Ю. Иванов).

Уральская школа люминесценции является системообразующим ядром крупнейшей кафедры УрФУ – кафедры экспериментальной физики. На кафедре продолжают работать 27 представителей школы, из них 6 докторов и 19 кандидатов наук. Всего научной школой подготовлено более 80 кандидатов и 11 докторов наук, опубликовано 12 монографий и крупных разделов в монографиях, сотни статей в ведущих научных изданиях России и мира. На-

учная школа регулярно проводит конференции по твердотельным детекторам, является одним из организаторов проведения международного Феофиловского симпозиума, инициировала и 6 раз провела международный молодежный симпозиум «Безопасность биосферы», выпускает межвузовский сборник научных трудов «Проблемы спектроскопии и спектрометрии» (40 выпусков за 14 лет). Авторские свидетельства и патенты (более 320) внедряются в инновационных разработках. Научная школа имеет обширные и плодотворные связи с учеными России и зарубежья (США, Франция, Германия, Япония, Великобритания, Голландия, Латвия, Эстония, Киргизия и др.).

Основатель научной школы, ее нынешние руководители и представители получили общественное

признание: профессор Ф.Ф. Гаврилов награжден орденом В.И. Ленина и др. государственными наградами; профессору А. В. Кружалову - присвоено звание «Заслуженный деятель науки РФ», он награжден орденом Почета; профессору Б.В. Шульгину присвоено звание Заслуженный работник высшей школы РФ, он действительный член Международной академии научных открытий и изобретений, отмечен золотой медалью Брюссельской (2001 г.) и Женевской (2009 г.) международных выставок изобретений, награжден медалью С.Э. Фриша Российского оптического общества; В.Л. Петров награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством»; семи членам научной школы присвоено звание «Почетный работник высшего образования России».





## Циклотрон. Перезагрузка

*С.И. Бажуков*

Кафедра экспериментальной физики своё погружение в тематику ядерной медицины – раздел медицины, использующий для диагностики и терапии излучение короткоживущих изотопов, нарабатываемых, как правило, на циклотронах или в реакторах – начала давно. Впервые до конкретики дело дошло в 1991-1992 гг. Мы оказались готовы производить изотоп Таллий-199 с периодом полураспада 7,4 часа по «томской» технологии, разработанной д.х.н. Виктором Сергеевичем Скуридиным («Томск-7»). Препараты, меченные этим изотопом, применялись в основном для перфузионной сцинтиграфии миокарда. Однако в 90-е гг. в области не оказалось ни одной гамма-камеры для использования препарата.

Вернуться в русло реки ядерной медицины появилась возможность лишь в 2011 г., в рамках программы развития вновь образованного Уральского федерального университета. Тогда, пожалуй, впервые за постперестроечное время на этажах власти заговорили о необходимости скорейшего развития отечественной ядерной медицины. Автор инициативы производства «уральского» Таллия-199, несостоявшейся в 90-е, ведущий инженер кафедры экспериментальной физики С.И. Бажуков и ассистент кафедры онкологии и медицинской радиологии Уральской государственной медицинской академии В.В. Панкин активно включились в разработку областной концепции развития ядерной медицины. Одновременно концепция проекта создания Циклотронного центра ядерной медицины УрФУ была многократно озвучена заведующим кафедрой экспериментальной физики В.Ю. Ивановым на уровне физтеха и университета. Директор физтеха В.Н. Рычков, несмотря на понимание всей сложности и затратности проекта, пошел навстречу его инициаторам. Надежным союзником в деле продвижения проекта стал проректор по науке А.А. Попов. Наконец, и ректор В.А. Кокшаров и проректор по инновационной деятельности С.В. Кортвов включились в процесс формирования общественного мнения о решении университета реализовать проект создания циклотронного центра.

Центр сразу позиционировался как межрегиональный, учебно-методический, научно-ис-

следовательский и производственный комплекс. В нём предполагалось объединить усилия всех заинтересованных сторон Уральского региона для решения трёх (из четырёх) составных задач развития ядерной медицины: организация современного циклотронного производства медицинских короткоживущих изотопов, подготовка и переподготовка медицинских кадров, проведение научных исследований в области применения радиофармпрепаратов. По мнению инициаторов проекта, кафедра экспериментальной физики вместе с кафедрой радиохимии физтеха, как никто другой, наиболее полно соответствовала поставленным задачам. В то время вне зоны влияния физтеха оставался лишь сам процесс диагностики и терапии с использованием изотопов.

К лету 2011 г. решимость руководства вуза достигла апогея, и вопрос о покупке нового циклотрона был вынесен на Наблюдательный совет. Команда авантюристов – бывало и так называли инициаторов проекта – тщательно готовилась к разговору, оттачивая аргументы в пользу проекта. А совет всё переносился и переносился. В итоге вопрос был включён в повестку Наблюдательного совета 20 октября 2011 г. В самом конце заседания, когда уже казалось, что ничего не произойдет, коротко было озвучено намерение университета потратить 180 млн рублей на покупку нового циклотрона. На что председатель совета – губернатор Свердловской области А.С. Мишарин буквально сказал: «Решили, так покупайте». Можно было выдохнуть. Первый этап тренировки нашего терпения был преодолен. Если бы мы тогда знали, насколько кратно больше этого терпения нам понадобится...

Проекту был присвоен статус стратегического со всеми необходимыми атрибутами: устав проекта, команда проекта, планируемые показатели (экономические и научно-учебные). Руководителем проекта был назначен С.В. Кортвов, заместителем руководителя – Е.А. Копелян, заместителем проректора по инновационной деятельности, который взял на себя всю необходимую координацию со службами университета и выполнение внешних представительских функций. Е.А. Копелян, В.Ю. Иванов и С.И. Бажуков, дополняя и поддерживая

друг друга, составили дружную команду управления, формируя облик нового подразделения. На стадии конкретизации проектных решений крайне полезным участником команды стал А.А. Михеев, имевший опыт создания радиационно-опасных объектов. А без Г.И. Сметанина проект и стройка превратились бы в сущий кошмар, поскольку лишь он один не только знал подводные камни электрической разводки реконструируемых институтских помещений, но и единственный сумел сохранить строительные чертежи здания, подобранные однажды на приинститутской помойке, где им определили новое место жительства некие оптимизаторы в смутные времена 90-х. Это уберегло проект от ненужных и весьма дорогих мероприятий.

С самого начала центр проектировался в соответствии с требованиями надлежавшей производственной практики при производстве лекарственных средств, то есть GMP (Good Manufacturing Practice). Роль главного эксперта в проверке соответствия проекта этим весьма непростым, а главное доселе неизвестным физтехам требованиям, взяла на себя И.Н. Седунова – доцент кафедры экспериментальной физики и незаменимый участник команды проекта.

Помня опыт закупки оборудования для Центра радиационной стерилизации и долгое ожидание его монтажа, было решено не форсировать закупку циклотрона. Лишь в августе 2012 г. были заключены два договора: 30 августа – договор на проектирование нового комплекса, который с лёгкой руки В.Ю. Иванова получил название «Циклотронный центр ядерной медицины», и 31 августа – договор на поставку нового циклотрона TR-24 (производство фирмы ACSI, Canada). Проектирование доверили московской компании «Комета», а поставку циклотрона выиграла компания «Интер-медико ГмбХ Медицина+Техника».

Для выполнения проекта разработали медико-техническое задание, в котором были сформулированы основные задачи, стоящие перед создаваемым комплексом, а также пути их решения. Самое непосредственное участие в подготовке задания приняли А.В. Хмелёв, д.ф.-м.н., сотрудник компании «Интер-медико ГмбХ», Е.И. Денисов, доцент кафедры радиохимии ФТИ, С.И. Бажуков и И.Н. Седунова.

Из-за больших финансовых затрат было решено проект разбить на два этапа. Первый этап

строительства предполагал создание полного цикла производства для получения изотопов фтор-18 и йод-123 (соответственно фармпрепаратов фтор-дезоксиглюкоза и йодид натрия). Вторым этапом (после начала получения отдачи от вложений в первый этап) предусматривалась наработка изотопов технеций-99m, галлий-68, индий-111 и других.

Сам выбор циклотрона оказался делом непростым. Нам настойчиво предлагалась отечественная машина СС-15/30 производства АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова», кстати – родитель циклотрона Р-7, успешно проработавшего на физтехе более 50 лет. Правда, из двух изготовленных к этому времени машин в рабочем состоянии была одна, поставленная за долги СССР в Финляндию, в технический университет г. Ювяскюля, где уже имелся циклотрон компании «Scanditronix», линейный ускоритель тяжёлых и сверхтяжёлых осколков ядер, и куча другого оборудования, о котором мы даже и не мечтали. СС-15/30 – замечательная машина! Правда, чтобы она заработала стабильно, финнам пришлось заменить всю электронику и вакуумную технику на английскую и французскую. Обидно. Инициаторы проекта искренне хотели бы работать на отечественном ускорителе, но уже знали и видели нерешённые проблемы получения стабильного пучка. В условиях ежедневной наработки медицинских изотопов для нужд здравоохранения требуется стабильно работающая машина. В общем, наш выбор пал на канадскую рабочую лошадку, коих в мире уже установлено и работало порядка 60 штук. Кроме того, этот ускоритель без собственной радиационной защиты, как у циклотронов IBA, открывал дополнительную возможность в плане исследовательских и учебных вопросов, что представлялось нам очень существенным. Договор на проект стоил университету почти 28 млн рублей. Договор на поставку ускорителя обошёлся в 178 млн рублей.

После старта проекта, выбора нового циклотрона и заключения договора на его поставку, в 2012 г. принято решение о демонтаже университетского циклотрона Р-7. По существующим правилам списание такого особо ценного оборудования может произойти только после согласования с учредителем – Министерством образования и науки России. Мы готовились к долгому ожиданию и обмену «макулатурой», однако проректор по общим вопросам В.В. Козлов, выпускник физтеха, взял да и подписал документ с названием: «Акт



«Демонтажники» циклотрона Р-7.

о списании объекта основных средств (кроме автотранспортных средств)». Для нас, физиков, ценность автотранспортных средств, трактуемая выше циклотрона, нонсенс, не поддающийся осмыслению. И тем не менее факт свершился. Нам предстояло осуществить исторический шаг, финализирующий 53-летнюю историю Р-7.

Не допуская иной мысли, мы определили, что демонтаж ускорителя будет выполнен силами тех людей, кто посвятил работе на нём многие годы. Было горько слышать фразы типа «могильщики» или «похоронная команда». Тем более от своих же коллег. Было волнительно за Г.И. Сметанина, бессменного начальника циклотрона, более кого-либо привязанного к этой машине. Мужественный человек. Решение о демонтаже Р-7 он принял спокойно (по крайней мере внешне) и на долгий период стал самым незаменимым участником процесса реинкарнации старого ускорителя в новый. Мы так определили это событие. Не будет никаких похорон эпохальной установки, просто она планомерно перерождается в новое тело, а душа ее, как и душа коллектива, переходит в новый облик.

Собрание, на котором В.Ю. Ивановым был озвучен факт предстоящего демонтажа Р-7, состоялось в сентябре 2012 г. Его участники: Г.И. Сметанин, Ф.Г. Нешов, Н.Ф. Парфёнов,

А.В. Шмидт, А.И. Коссе, П.И. Буйлин, Л.М.Г апкалова, А.А. Михеев, Ю.А. Лазарев, В.Я. Арбузов, С.С. Зырянов, О.В. Рябухин, В.Д. Павлов, А.Ф. Нешов, С.И. Бажуков, В.А. Астрелин. Вот эта команда и произвела демонтаж всего оборудования циклотрона за 9 месяцев. Последний блок основного магнита циклотрона был вывезен 14 июня 2013 г. Сразу после этого на опустевшем фундаменте главного магнита СП-44 была сделана эта фотография.

Многokrратно возвращаясь потом к этому этапу коллективной жизни неизменно вспоминали, что демонтаж прошёл без ЧП и серьёзных травм! Лишь последующую стройку уже нового комплекса можно сравнить с этим периодом по масштабу и влиянию на жизнь кафедры и всего физтеха.

Уже после демонтажа циклотрона Р-7 прошла защита кандидатской диссертации С.С. Зыряновым. Защита работы под названием «Анализ и модификация поверхности твёрдых тел с использованием пучков заряженных частиц» состоялась 23 января 2015 г. Это последняя кандидатская диссертация, выполненная на Р-7 в сотрудничестве с Ф.Г. Нешовым и О.В. Рябухиным.

Новый циклотрон прибыл в университет в ночь с 29 на 30 ноября 2013 г. Для проезда трейлеров была разработана специальная программа действий с привлечением службы безопасности вуза. Заезд был



Исторические моменты «захода» нового циклотрона TR-24 на физтех.

определён с улицы Мира. В два часа ночи собрались все участники мероприятия, были выставлены пикеты для «котлова» грузовиков, личный и служебный транспорт блокировал возможность парковки вдоль ул. Мира чужих машин, мешающих заезду. В 4 часа ночи три грузовика с белорусскими водителями въехали во двор физтеха. Мы очень переживали за дорогу. Но небесная канцелярия была к нам благосклонна. Первый снег выпал только 1 декабря, когда машины с циклотроном уже были на месте. Чудо...

В этот же период мы познакомилась с компанией «100тонн-монтаж», которая разгружала оборудование и впоследствии сопровождала (выполняла) все ответственные операции по транспортировке и установке оборудования. Менеджером со стороны компании «100тонн-монтаж» был выпускник физтеха Е. Глазырин.

В течение 30 ноября всё оборудование было внесено в освобождённое помещение циклотронной лаборатории КЭФ.

Поставку второй части оборудования радиохимического комплекса (комплекс чистых помещений и оборудование контроля качества) доверили компании «Интегралаб», дочернему предприятию «Интер-медико» ГмбХ. Так уж получилось... Чудеса электронных торгов. Основную часть этой комплексной поставки составляли «горячие камеры» – специализированные защитные боксы для безопасной работы с радиоактивными веществами. Весьма сложные аппараты производства итальянской компании Comescer. Это оборудование пришло в университет уже в апреле 2014 г.

Первоначально предполагалось, что циклотрон сразу же будет установлен в каньон, а его запуск произойдёт одновременно с пуском всего радиохимического комплекса. И всё это планировалось сделать в 2014 г. Но, как это бывает, то урожай уродился неожиданно большой, то зима вдруг нечаянно наступила... Первое положительное заключение Главгосэкспертизы (а без него наш объект нельзя строить) было получено лишь 30 декабря 2013 г. Надо сразу сказать, что второе (почти как чудо) заключение ГТЭ было получено 03.11.2015, а третье (из серии просто невозможного) уже 11.09.2017. Вот уж воистину бог любит троицу... Второе заключение пришлось получать после того, как выяснилось, что генпроектировщик (ЗАО «Комета») допустил грубейшую ошибку в проекте

силовой плиты комплекса. Эту ошибку увидели в компании «Монолит», которая вела бетонные работы по заданию технического заказчика (УрФУ) и генподрядчика (ЗАО «Русэнергострой»). А увидев, отказались далее вести монтаж. Третье заключение понадобилось после исправления еще одной грубой ошибки в проекте (увидел ее А.А. Михеев), в результате исправления которой пришлось часть вентиляционного оборудования комплекса чистых помещений размещать на чердаке. Для усиления плиты перекрытия (400 кв. м) было разработано специальное техническое решение.

Преодолевая барьер за барьером строительно-монтажные работы (в основном) были завершены в сентябре 2018 г. К этому времени уже было достигнуто согласие с компанией ACSI на выполнение монтажа циклотрона, к которому и приступили в конце сентября. Интернациональная команда «канадцев»: Александр Зюзин – руководитель, директор ACSI по развитию, выпускник химфака МГУ; Вячеслав Лысый, инженер по ВЧ-системам – гражданин Молдовы; Вуйович Александар (Vujovic Aleksandar), технолог систем управления и Вуйслав Игнатович (Vojislav Ignjatovic), технолог-электрик – сербы; Фанг Кейюан (Fang Keyuan), инженер, специалист по циклотронам из поднебесной; Шадкам Сайед Махмуд (Shadkam Seyed Mahmoud), инженер системы управления – программист из Ирана и единственный настоящий канадец – Ласт Петер Давид (Last Peter David), технолог ВЧ-систем – сумели в плановом и неспешном режиме очистить от привычной нам (но не канадцам!) отечественной строительной пыли и смонтировать оборудование циклотрона аж за 2 месяца. Первый пучок был получен 12 декабря в лучших традициях советской эпохи ко Дню Конституции! 18 декабря был подписан акт вывода циклотрона на рабочие параметры (энергия 24 МэВ, внешний ток пучка 150 мкА, внутренний ток пучка 300 мкА).

Но это еще далеко не конец истории... В преддверии света в конце тоннеля – ввода центра в эксплуатацию – физтех при поддержке руководства университета ищет сторонников очередного, не менее амбициозного по масштабам, проекта по созданию университетской клиники для развития и применения самых современных методов высокотехнологичной медицины. Само собой разумеется, «авантюристы» с физтеха не сомневаются, что это будет лучшая клиника в новейшей отечественной истории...

## Инновационно-внедренческий центр радиационной стерилизации: итог долгого пути или начало новой эпохи?

В.Ю. Иванов

Владение культурой ускорительных радиационных технологий всегда было предметом особой гордости Уральского физтеха. Самое первое поколение ускорителей было представлено бетатронами – циклическими ускорителями электронов до энергий 5 и 15 МэВ – введенными в эксплуатацию в 1959 г. Пионерами ускорительных технологий кафедры стали К.С. Гришина, К.А. Суханова, Г.М. Васнин, В.Е. Булыгина, Е.Г. Голиков во главе с заведующим кафедрой В.Г. Степановым. Первым аспирантом, выполнявшим работу по бетатронной тематике, была К.А. Суханова, защитившая в 1955 г. диссертацию «Требования к топографии магнитного поля бетатронных электромагнитов и методы его контроля» (руководитель – профессор Р.И. Янус). Первые научные изыскания с использованием пучка тормозного излучения выполнены под руководством К.А. Сухановой коллективом в составе П.П. Зольникова, Ю.А. Дроздова, С.А. Николаева. Это были хозяйственные работы по решению актуальных проблем предприятий Урала по дефектоскопии, износу контактных проводов, контролю толщины проката, а также работы, определяемые спецификой предприятий оборонной промышленности. Первые ускорители физтеха хорошо подходили для образовательного процесса, но их весьма небольшой выходной ток существенно ограничивал возможности прикладных научных работ.

В 70-е гг. прошлого века Научный совет Академии наук СССР по ядерной физике совместно с ГКНТ СССР и ГК по атомной энергии неоднократно поднимал вопрос о необходимости внедрения новых ядерно-физических методов анализа и контроля для решения многочисленных народно-хозяйственных задач Урало-Сибирского региона страны. Особо актуальным рассматривалось массовое применение многоэлементного количественного анализа в геологии, цветной металлургии, экологии и медицине. Весной 1976 г. в Москве впервые обсуждался вопрос о размещении в УПИ нового ускорителя электронов – микротрона, способного генерировать мощное тормозное излучение для гамма-активационного анализа. Участниками обсуждения – академиком Г.Н. Флеровым (председателем Научного с АН СССР

по применению методов ядерной физики в смежных областях), профессором С.П. Капицей (отцом микротрона), ректором УПИ Ф.П. Заостровским и проректором по науке И.Ф. Худяковым были рассмотрены весомые аргументы в пользу принятия положительного решения: единственная среди вузов Урала, сильная проблемная электрофизическая лаборатория, укомплектованная талантливыми физиками-экспериментаторами, специалистами в области ускорительной техники, электронщиками; известная группа авторитетных ученых, специалистов по радиационной физике, под руководством профессоров Ф.Ф. Гаврилова, Б.В. Шульгина, В.С. Кортова; весомый научный задел в области элементного анализа и активационных методов контроля ядерных материалов.

У проекта были как сторонники, так и противники. С одной стороны, создание такого центра многоэлементного активационного анализа было престижным для УПИ, физтеха, кафедры экспериментальной физики. С другой – возникало много проблем: необходимо было достать деньги на покупку микротрона, дозиметрического и научного оборудования, выделить помещения, найти проектантов и строителей, монтажников и наладчиков, специалистов по эксплуатации, обеспечить защиту персонала и соседних помещений от ионизирующего излучения. Возникали опасения, что неизбежные при строительстве пыль, грязь могут помешать работе остальных трех ускорителей кафедры (к этому времени в дополнение к двум бетатронам были введены в эксплуатацию циклотрон P-7V и ускоритель Ван де Граафа). Разворачивалась борьба и на «внешних фронтах». Многие в Москве считали бесперспективным монтаж ускорителя в периферийном вузе. В борьбу за получение фондов на поставку еще незаконченных Средмашем микротронов включились Министерство геологии СССР и другие ведомства. Кульминацией этих событий стало выездное заседание Научного совета по применению методов ядерной физики в смежных областях АН СССР, которое состоялось в Уральском политехническом институте 24 июня 1976 г. На этом заседании было принято однозначное решение о



целесообразности использования микротрона в Уральском регионе и месте его установки – УПИ. Не последнюю роль в этом сыграло обоснование потенциального многоцелевого использования нового ускорителя, в том числе и для учебного процесса.

Летом 1976 г. были оплачены и доставлены узлы и детали ускорителя. Началось горячее время. Нет смысла детально перечислять все проблемы, которые пришлось решать по согласованию проекта, планов строительных работ, монтажу и наладке ускорителя. Помогали все: кафедра, факультет, институт, предприятия Свердловска и Заречного. В строительных и монтажных работах принимали участие до 50 лаборантов и молодых выпускников факультета. В этом «самстрое» успешно применялся опыт студенческих строительных отрядов. Особо сложной оказалась ситуация с полюсами ускорителя. Обеспечить необходимые конусность и степень обработки поверхности мог только единственный станок в области, который располагался на «Уралмаше», но был загружен выполнением госзаказа. Возникло опасение, что пуск так и не состоится. Но никогда, видимо, не переведутся русские Левши. Один из ведущих технологов «Уралмаша» на обычном карусельном станке сделал невозможное. А благодаря ученым Института физики металлов УрО АН СССР и сотрудникам «Химмаша» удалось решить проблему с аномалиями магнитных фаз в местах сварки патрубков.

Днем рождения микротронной лаборатории на базе группы элементного анализа, возглавляемой координатором всех работ по вводу в строй нового ускорителя В.Я. Смирновым, можно считать 31 октября 1979 г. В этот день состоялся физический пуск микротрона, «освященный» присутствием сотрудников лаборатории С.П. Капицы, служб радиационной безопасности всех уровней, руководства института и факультета, корреспондентов местной прессы и радиостанции «Маяк». В августе 1980 г. микротрон был сдан в эксплуатацию для работы в проектном режиме с энергией ускоренных электронов 18,5 МэВ, достаточной для решения большого круга задач по активационному анализу и радиационной дефектоскопии.

В 1982–1985 гг. работы развернулись по трем направлениям: активационный элементный анализ (руководитель к.ф.-м.н. В.Я. Смирнов),

неразрушающий контроль (руководитель к.ф.-м.н. Е.Г. Голиков), радиационная физика (руководитель к.ф.-м.н. И.И. Мильман). Устойчивую работу ускорителя обеспечивала группа операторов под руководством Ф.М. Клинова. В феврале 1984 г. межкафедральная лаборатория ядерно-физических методов анализа была реорганизована в республиканскую межвузовскую, а затем разделена на два сектора: элементного анализа и радиационной физики; радиационных методов исследования и контроля. Микротрон позволял проводить активацию тормозным излучением и нейтронами, а измерительная была оборудована современной по тем временам детектирующей и анализирующей аппаратурой. Проводился большой объем работ с Малышевским рудоуправлением, Пышминским опытным заводом, Институтом геологии, Среднеуральским медеплавильным заводом, «Гиредметом», организациями здравоохранения.

80-е гг. стали золотыми для микротрона. Многочисленный коллектив лаборатории состоял из молодых специалистов и студентов. С.П. Капица, посетивший ускоритель во главе московской комиссии, воскликнул: Господи, какие молодые!. Сами же экспериментаторы казались себе умудренными опытом. На дни рождения дарили наборы гаечных ключей, «замороженные молнии» с дарственной гравировкой, была написана и исполнена опера, где у каждого сотрудника была своя партия. В большом зале микротрона был снят фильм ужасов, главный герой которого был в костюме для работы с СВЧ.

К сожалению, после одной из внештатных ситуаций работа ускорителя была прекращена на длительный срок, а после модернизации его систем в 1990 г. ускоритель был введен в эксплуатацию, но в режиме ускорения электронов до энергий 10 МэВ. Следствием этого стал существенный пересмотр спектра выполняемых научных работ. Основным направлением стала радиационная физика твердого тела. Совместно с НПО «Автоматика» велись работы по изучению радиационной стойкости микросхем. Проводились работы по радиационной окраске и улучшению оптических характеристик ювелирных камней, исследовалась радиационная стойкость лакокрасочных покрытий и различных изделий Минэлектронпрома. В этот период были начаты работы по изучению возможности применения ускорителя для задач биологии и медицины: обработка пищевых продуктов, стимуляция и подавление

прорастания различных растений, радиационные мутации (совместно с Уралнисхозом), обработка крови, радиационная стерилизация медицинских изделий. Именно последний из перечисленных видов работ определил начало новой эры радиационных технологий на физтехе УПИ.

Несмотря на лихие 90-е и депрессивные 2000-е гг., физтех и кафедра экспериментальной физики за счет внутренних ресурсов продолжали расширять круг радиационных технологий и их научного обеспечения не только на микротроне, но и на циклотроне. На рубеже 2010 г. наше стремление воплотилось в реализацию двух крупных инновационных проектов по созданию центров радиационной стерилизации и ядерной медицины на базе кардинально обновленного парка ускорительной техники. И это не случайно. Практически с начала перестройки физтех постоянно выступал с амбициозными проектами создания для Свердловской области, всего Уральского региона социально значимых технологий с использованием потенциала ускорительного парка университета и накопленного опыта применения радиационных технологий. На уровне губернатора и правительства области заведующим кафедрой экспериментальной физики А.В. Кружаловым и заведующим научно-исследовательской электрофизической лабораторией Ф.Г. Нешовым неоднократно представлялись варианты создания центров нейтронной терапии, ПЭТ-томографии и радионуклидной терапии, радиационной стерилизации. Однако только программа развития созданного в 2009 г. Уральского федерального университета позволила приступить к практической реализации масштабных задумок, но уже собственными силами.

Становление федерального университета сопровождалось коренной перестройкой его структуры. Команда заведующих кафедрами физтеха во главе с деканом В.Н. Рычковым работала над программой создания и развития Физико-технологического института. Одним из проектов развития был выбран проект создания кластера биомедицинской инженерии, основу которого должны были составить два новых инновационных центра – Центр радиационной стерилизации и Циклотронный центр ядерной медицины. В 2010 г. на рассмотрение инвестиционной комиссии университета был вынесен проект по созданию Центра радиационной стерилизации изделий медицинского назначения на основе но-

вого линейного ускорителя электронов до энергий 10 МэВ с мощностью пучка на выходе из ускорителя в 10 кВт. Спустя 35 лет с момента принятия решения о приобретении самого современного на тот момент ускорителя-микротрона руководство Уральского федерального университета в лице ректора В.А. Кокшарова, проректора по инновационной деятельности С.В. Кортова, проректора по экономике и стратегическому развитию Д.Г. Сандлера вновь поддержало доводы физтеха о том, что владение современной ускорительной техникой является не только показателем уровня владения наукоемкими технологиями, необходимым для университета мирового уровня, но и воплотится в новое качество научных исследований, образовательных программ, инновационных технологий. Особая заслуга в том, что проект состоялся, принадлежит выпускникам физтеха Е.А. Копеляну, на тот момент заместителю проректора по инновационному развитию, и С.И. Бажукову, ведущему инженеру кафедры экспериментальной физики. Ими была выполнена колоссальная работа по координации взаимодействия сотрудников физтеха и служб университета с проектантами из ЗАО «Комета» (г. Москва), строителями, генеральным подрядчиком центр «Атоммед» (г. Москва), представителями Главгосэкспертизы, Роспотребнадзора и Ростехнадзора на всех этапах создания центра, включая его ввод в эксплуатацию осенью 2013 г. Крупные, средние и мелкие нестыковки в проектной документации центра, недостатки аппаратного воплощения нового ускорителя профессионально устраняли сотрудники кафедры экспериментальной физики во главе с Ф.М. Клиновым, бессменным оператором и эксплуатантом микротрона, гарантировавшим преемственность передачи искусства ускорения электронов новому поколению «ускорительщиков» физтеха – С.С. Зырянову, М.Н. Сарычеву, А.А. Петренко. Нашли себя в новом центре и ветераны, заслуженные работники физтеха В.Д. Павлов, А.И. Коссе, А.В. Шмидт, А.Ф. Нешов.

Поддержку новому центру во внешней среде оказали будущие потребители услуги стерилизации – производители одноразовых медицинских изделий Свердловской области – ЗАО «Здравмедтех-Екатеринбург» (генеральный директор Н.В. Поляков), ООО «Медин-Н» (генеральный директор В.Ф. Жданов). Здесь уместно отметить, что азы радиационной стерилизации на физтехе,



Микротрон М-20. Автор идеи ускорителя – С.П. Капица

с использованием ускоренных электронов выведенного ныне из эксплуатации микротрона, обрабатывались именно на шовном материале – кетгуте – производства ООО «Медин-Н». В отличие от современного «лайнника», возможности прежней машины были крайне ограничены.

Сегодня, по прошествии пяти лет работы центра, следует заключить, что нами надежно удовлетворены потребности всех производителей одноразовых медицинских изделий в услуге радиационной стерилизации не только Свердловской, но и прилегающих областей.

Вскоре после введения Центра радиационной стерилизации в эксплуатацию его ампула было расширено: была отработана радиационно-химическая обработка полимерных материалов. Новым партнером центра по производству радиационно-модифицированных термоусадочных материалов является ЗАО «УЗПТ «Маяк»» (г. Миасс, генеральный директор Д.В. Алявдин). В настоящее время эта продукция занимает весомую долю в портфеле заказов центра.

Коллектив центра совместно с преподавателями организуют и проводят научно-исследовательские работы бакалавров, магистров и аспирантов, выполняемые с использованием потенциала центра. Это изучение радиационной стойкости микроэлектронных компонентов и систем, радиационное

окрашивание кристаллов, радиационная обработка пищевой продукции.

Устойчивая и творческая работа центра радиационной стерилизации физтеха вкупе с компетенциями кафедры экспериментальной физики в области дозиметрии ионизирующего излучения привлекли внимание международных экспертов МАГАТЭ. В сентябре 2017 года на физтехе был проведен первый международный семинар для специалистов из стран Европы, бывшего СНГ по технологиям радиационной стерилизации медицинских изделий с использованием пучка электронов. Заслуга в методическом и организационном обеспечении международного семинара МАГАТЭ в области практических радиационных технологий принадлежит доценту кафедры экспериментальной физики О.В. Рябухину, ответственного за развитие новых направлений научных и прикладных работ Центра.

Сохранение и развитие ускорительных радиационных технологий физтеха вызывает «добрую» зависть у наших партнеров в Москве, Томске, Санкт-Петербурге... «Как вы смогли? Новые ускорители в наше-то время...». Как-то смогли... Всякий раз реновация ускорительного парка, которая сопровождается глобальной модернизацией целого комплекса помещений, является настоящим испытанием для всего физтеха, не говоря уже о сопровождающих факторах – шуме, пыли, грязи... Это постоянное и пристальное внимание со стороны надзорных органов к радиационно-опасной технологии. Это постоянное напряжение руководства института и университета, кафедры экспериментальной физики, руководителей групп эксплуатации ускорителей и высокая мера ответственности всего коллектива физтеха за вновь принятые обязательства. Сегодня, как и прежде, на всех этапах создания центра радиационной стерилизации инициаторы проекта в полной мере чувствовали поддержку всего коллектива физико-технологического института, его директора В.Н. Рычкова, руководства университета. Словом, Уральский федеральный университет в очередной раз решил – радиационным технологиям быть!



С.И. Бажуков, О.В. Рябухин и Ф.М. Клинов выполняют монтаж ускорительной колонны вместе с представителями производителя линейного ускорителя электронов НПП «Корад»



Ф.М. Клинов демонстрирует процесс радиационной стерилизации министру образования и науки РФ Д.В. Ливанову, губернатору Свердловской области Е.В. Куйвашеву, ректору УрФУ В.А. Кокшарову



А.В. Шмидт и А.Ф. Нешов в процессе стерилизации продукции ЗАО «Здравмедтех-Екатеринбург»



Международный семинар МАГАТЭ по обработке медицинских изделий в Центре радиационной стерилизации

## Ядерное приборостроение на Урале (взгляд изнутри)

О.В. Игнатьев

### 1. Истоки

Ядерному приборостроению в стенах физтеха скоро исполнится полвека. А началось все со спецкурсов по детекторам ядерных излучений, приборам ядерной физики и спектрометрии ионизирующих излучений, читавшихся на кафедре экспериментальной физики старшим преподавателем Дмитрием Александровичем Пулиным (1921–1989), а также с соответствующей учебной лаборатории, где больше половины студентов 4-го курса специальностей 0631 и 0633 проходили курсовое проектирование с макетированием узлов электронных устройств, часть из них оставались на НИРС и дипломирование. В 1969 г. случилось так, что недавние выпускники кафедры ассистент Б.С. Новисов и аспирант В.Н. Махов решили объединиться с целью занятий ядерной электроникой. Дмитрий Александрович одобрил их планы и выделил рабочие места в своей учебной лаборатории.

Интересы Б.С. Новисова сосредоточились на повышении быстродействия сцинтилляционных спектрометров. Центральная идея состояла в том, чтобы для быстрого разряда анодной емкости и уменьшения длительности анодного импульса резко уменьшать анодную нагрузку фотоумножителя после сбора большей части умноженных фотоэлектронов от каждой сцинтилляционной вспышки.

В.Н. Махов придумал новый алгоритм кодирования амплитуд импульсов, названный «способом умножения остатков». Казалось, что заменив 12 циклов сравнения амплитуды с комбинациями 12 эталонов (метод поразрядного взвешивания) на один эталон и 12 циклов умножения получающихся разностей на 2, можно будет добиться меньшей дифференциальной нелинейности, а процесс будет более быстрым. Оставалось реализовать этот алгоритм в реальном блоке...

Сцинтилляционная тематика очень быстро стала давать отдачу. Был заключен первый хоздоговор – с лабораторией нейтронной физики Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна) на разработку устройства  $n^0$ - $g$ -разделения по форме световых вспышек в органическом сцинтилляторе. Эта работа оказалась чрезвычайно полезной и



Научный руководитель НИЛ ЭРП (с 1988 г.), д.т.н. О.В. Игнатьев

поучительной во многих отношениях. Она позволила сопоставить свой уровень работ и квалификацию с мерками, присущими такому мировому центру, как ОИЯИ, и понять, что одной «красивой» идеи для достижения успеха в ядерной электронике явно недостаточно – нужны современные оборудование и электронные компоненты, минимальная производственная инфраструктура и некая «критическая масса» численности сотрудников, много-много труда... Работа успешно завершилась, успех был развит в последующих разработках  $g$ -спектрометрических устройств (с активным участием распределенного на кафедру выпускника 1973 г. А.С. Максименко) с неорганическими сцинтилляторами в рамках договоров с ИФМ УФАНа, Рижским НИИ радиоизотопного приборостроения, СФНИКИЭТом (ныне ИРМ), ВНИИ Радиационной Техники (ныне НИИТФА) и др. Достаточно длительное время коллектив существовал на средства, заработанные по этой тематике.

Весной 1972 г., я с помощью Д.А. Пулина был принят в НИЭФЛ после года работы инженером-физиком в онкологическом диспансере и на кафедре рентгенодиагностики медицинского института, где предполагалось заниматься созданием спектрометра излучения человека. Увы, это оказалось полной химерой (Дмитрий Александрович



с самого начала относился к моему распределению скептически, но не переубеждал). Я стал четвертым членом команды, и задача мне была определена «на вырост» – ни много ни мало создать тематику по быстродействующим  $\alpha$ - и  $\beta$ -спектрометрам с полупроводниковыми детекторами. Б.С. Новисов договорился о моей стажировке в отделе электроники и вычислительной техники НИИ атомных реакторов в г. Мелекессе (за это я ему благодарен). Почти весь июнь 1972 г. я провел там. Опекал меня Валентин Борисович Иванов, который в 1971 г. защитил диссертацию по быстродействующим  $\beta$ -спектрометрам с Ge(Li)-детекторами.

Впечатлений от трёх недель общения осталось на всю жизнь. Валентин Борисович был очень энергичный, талантливый в науке и в человеческих отношениях человек. Было удивительно наблюдать искреннее, очень доброе и уважительное отношение к нему со стороны простых лаборантов, инженеров, научных сотрудников. Вскоре он стал начальником отдела Э и ВТ. Имея образование по автоматике и электронике, он стал хорошим физиком и материаловедом. В 1989 г. Валентин Борисович стал настоящим директором НИИАР (а не «менеджером», как это сейчас сплошь и рядом), зам. министра атомной энергии, а затем, вплоть до смерти в 2016 г. (74 года), директором ВНИИИМ им. А.А. Бочвара.

В рабочее время я занимался зарядочувствительным предусилителем по схеме Валентин Борисович, а вечерами и в выходные дни запоем читал его диссертацию и делал выписки из нее. Это сразу же создало кругозор и показало болевые точки. Стажировка была также крайне полезна в плане организации работ (изготовленный предусилитель размером с половину буханки хлеба пришлось выносить через военную охрану под пиджаком, напыленным по этому поводу в 35-градусную жару).

Этой стажировки было недостаточно, и «с подачи» Д.А. Пулина я отправился в ОИЯИ в качестве руководителя практики наших студентов. Среди них был и Н.Ф. Школа, который хорошо зарекомендовал себя, работая лаборатории ядерных проблем под руководством нашего известного выпускника и моего товарища Б.Ю. Балдина, и был приглашен к нему на дипломирование. Хорошо, что на работу Н.Ф. Школа распределился в УПИ, и на долгие годы у нас сложился весьма продуктивный тандем.

Интересующей меня тематикой занимались в лаборатории ядерных реакций (Б.В. Фефилов и В.Г. Субботин) и в лаборатории ядерных проблем (Ю.К. Акимов и А.И. Калинин). С Юрием Константиновичем и Анатолием Ивановичем я был знаком заочно по их книге «Полупроводниковые детекторы ядерных частиц и их применение» (1967 г.). С обоими на долгие годы сложились творческие и теплые человеческие отношения. Впоследствии Юрий Константинович согласился стать руководителем моей кандидатской диссертации, защищенной в лаборатории ядерных реакций ОИЯИ в начале 1981 г.

К великому сожалению, в октябре 2016 г. Юрий Константинович ушел из жизни (1930–2016). Работал он до самой кончины. Им написано 8 монографий по детекторам излучений и ядерной электронике, ставших бестселлерами (имеются в кафедральной библиотеке). В одной из них мне посчастливилось быть соавтором<sup>1</sup>. Последняя вышла в 2011 г., когда ему был уже 81 год. С Анатолием Ивановичем отношения продолжаются до сих пор.

В итоге упомянутых командировок и изучения зарубежных публикаций к осени 1972 г. стало понятно: нужен принципиально новый формирователь спектрометрических импульсов, чье назначение обеспечить максимально возможное отношение сигнала к шуму (Signal-to-Noise Ratio - SNR), но при минимально возможной длительности сигналов, чтобы минимизировать вероятность взаимных наложений во времени. Было известно, что одним из лучших является формирователь, создающий импульсы треугольной формы - SNR<sub>т</sub> лишь на 7,5 % хуже, чем теоретически достижимое. Уже в августе 1972 г. я сделал «изобретение» – время-вариантный формирователь треугольных импульсов, а в 1974 г. получил на него авторское свидетельство. До сих пор краснею за свою глупость и самонадеянность. Да, формально треугольная форма импульсов получалась, но никакого улучшения SNR принципиально быть не могло! С время-вариантными системами все не так очевидно, как с традиционными. В мире ядерной электроники есть счетное число специалистов, которые действительно хорошо понимают влияние переменных параметров цепей на SNR. Наиболее яркими фигурами и нашими учителями

1 Ю.К. Акимов, О.В. Игнатъев, А.И. Калинин, В.Ф. Кушнирук. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике. – М. Энергоатомиздат, 1989 г. – 344 с.

были E. Gatti (1922–2016), K. Kandiah, V. Radeka, F.S. Goulding (1925–2013). Знаю ученых, гораздо более опытных, чем я в свои 25 лет, в погоне за числом публикаций систематически заявлявших и получавших патенты на бесполезные «идеи». Более того, мне известны защищенные диссертации технических, главное достоинство которых в обилии не доказанных технической реализацией изобретений. Патент на изобретение есть во многом продукт навыка написания заявки, употребления правильных терминов и соблюдения формальных признаков новизны! Статья в хорошем журнале гораздо более информативна и не дает такого простора для фантазий. К тому же материал статьи рассматривает не эксперт патентной службы, который ограничен регламентом и, скорее всего, не специалист в узкой области предмета заявки, а несколько рецензентов, понимающих вопрос. В связи с подготовкой настоящей публикации подсчитал число своих изобретений – их 24 и львиная доля тех, которые писал сам, реализованы в товарной продукции, а остальные в макетах, просто их время еще не пришло.

Интенсивное научное и материально-техническое развитие сцинтилляционной приборной тематики на фоне более чем скромного финансирования учебных лабораторий, мода на электронику и притягательность ее для способных студентов (часть из которых была в состоянии выполнять хозяйственные работы) в сочетании с рядом субъективных факторов (жесткие ограничения на штатную численность и объемы выполняемых НИР) породили иллюзию о возможности серьезного развития ядерной электроники путем широкого привлечения к работам студентов старших курсов. В 1973–1974 г.г. была создана студенческая научно-исследовательская лаборатория приборов – СНИЛП, что сыграло некоторую положительную роль<sup>2</sup>. Была снята проблема дислокации работ за счет строительства пристроя к кафедре, в основном своими силами и за счет своих договорных средств, у молодой части сотрудников появился опыт постановки и руководства исследовательскими работами. Большую помощь в становлении научного направления в тот период оказали проректор по НИР И.Ф. Худяков, начальник НИСа Н.В. Ищенко, декан физтеха П.Е. Суетин и др.

2 Я считаю это время потерянными, а имевшиеся высокие издержки слишком большими.



Сидят: В.Н. Махов, О.М. Коссе, Д.А. Пулин, О.В. Игнатъев, Н.Ф. Школа; стоят: А.И. Коссе, Ю.А. Шевченко, А.Д. Пулин, А.В. Жуков, Б.С. Новисов, А.С. Максименко

Постепенно расширялся круг заказчиков и решаемых задач, последние все более усложнялись, заявки на изобретения, причем с реальным соавторством студентов, подавались регулярно и много. От НИРов на разработку схемных реализаций отдельных, пусть и диковинных, функциональных узлов<sup>3</sup> стали переходить к разработке функциональных модулей ядерной электроники, таких как спектрометрические усилители, усилители-дискриминаторы, а затем и аналоговые процессоры. Наконец, в 1975 г. Б.С. Новисовым в МИФИ была защищена первая «приборная» кандидатская диссертация.

К концу 70-х гг. даже апологетам студенческой науки стало ясно, что форма существования окончательно пришла в противоречие с содержанием. Время студентов-разработчиков объективно и бесповоротно прошло<sup>4</sup>, пришла пора все делать по-взрослому. Здесь неплохо напомнить насколько «счастливым» было жить при «развитом феодализме». Бюджетных денег практически нет, а хозяйственный договор разрешается заключить, если он сулит экономический эффект (это от приложений к научным исследованиям-то!), отнесен к спецтема<sup>5</sup> либо «освящен» каким-либо постановлением «сверху»; численность сотрудников лимитирована, фонд зарплаты и собственно зарплаты тоже; для покупки

3 Предметами исследований, разработок и изобретений в тот период были дискриминаторы, электронные ключи, линейные пропускатели, операционные усилители на дискретных компонентах, схемы «выборки-хранения» и т.п.

4 Наиболее яркими представителями коих являлись Л. Менькин, А. Коссе, А. Дьяков и др.

5 Для таких работ автоматически считалось, что на 1 рубль его стоимости получается 3 рубля экономэффекта.



приличных оборудования и материалов необходимы фонды, которых, естественно, нет; заказать какой-либо организации или заводу изготовление печатных плат, механических конструкций приборов и т.п. невозможно, поскольку деньги никого не интересуют, а платить чем-либо другим не позволяет статус. Выход – обзаводиться собственным «натуральным хозяйством». К этому еще следует добавить «право первой ночи» Союзного НИИ приборостроения (СНИИП) на приборное оснащение предприятий Минсредмаша. Нишей лаборатории в этих условиях было решение экстремальных задач научных учреждений Минсредмаша и ГКИ-АЭ (решение которых СНИИП либо уже провалил, либо это от него ожидалось); институтов АН и тех немногих ведомств, где использовались ионизирующие излучения. Выполнение этих работ заставляло постоянно двигаться вперед в своих исследованиях и позволяло время от времени добывать уникальные электронные комплектующие, например, первый Si(Li)- полупроводниковый детектор  $\alpha$ -излучения был получен в 1975 г. из ГДР благодаря сотрудничеству с ОИЯИ и позволил нам в начале 1976 г. достичь почти рекордного для СССР энергетического разрешения спектрометра  $h_{5,9\text{keV}} = 330\text{ eV}$ .

Результаты научно-исследовательских работ<sup>6</sup> коллектива позволили в конце 1979 г. совместным приказом Минприбора СССР и Минвуза РСФСР организовать отраслевую научно-исследовательскую лабораторию электроники рентгеновских приборов (ОНИЛ ЭРП), а через год и опытное производство под нее в недрах Учебно-производственного комбината (УПК) УПИ. Научным руководителем ОНИЛ ЭРП был назначен Б.С. Новисов, заведующим – В.Н. Махов. Гензаказчиком по работам ОНИЛ и экспериментальной лаборатории<sup>7</sup> УПК (ЭЛ УПК) было определено Ленинградское НПО «Буревестник» (бывшее СКБ рентгеновской аппаратуры). Значительная часть перечисленных выше проблем была снята, либо ослаблено их негативное влияние. Тематика и

уровень разработок лаборатории существенно изменились к лучшему. ЛНПО «Буревестник» усилиями своего гендиректора Н.И. Комяка стремился занять лидирующее положение в мире и ОНИЛ ЭРП очень хорошо вписывалась в эти планы. Наряду с имевшимися появилась тематика по быстродействующим спектрометрам с пропорциональными газовыми детекторами (А.С. Максименко и А.И. Сергеев); в спектрометрах с полупроводниковыми детекторами вышли на уровень энергетического разрешения  $h_{5,9\text{keV}} = 185\div 190\text{ eV}$  и статистическую загрузку до  $R_{\text{in}} \geq 10^5\text{ 1/S}$  (О.В. Игнатъев, Н.Ф. Школа, А.И. Коссе, Ю.А. Шевченко); начались работы по созданию специальной аппаратуры для метрологической аттестации электронных каналов различных спектрометров ИИ (А.В. Скурихин). В 1980 г. в Радиевом институте была защищена диссертация А.С. Максименко, а в начале 1981 г. в Объединенном институте ядерных исследований – О.В. Игнатъевым, обе диссертации по приборам для измерения ионизирующих излучений. В «Буревестнике» начались опытно-конструкторские работы по внедрению разработок ОНИЛ ЭРП в серийное производство.

К сожалению, эйфория продолжалась недолго. После крупных изменений в конце 1980-х – начале 81 г. в руководстве «Буревестника», он стал быстро скатываться на привычные для советской гражданской промышленности рельсы, то есть когда ей, промышленности, ничего, кроме спокойствия, не было нужно. Оказалось, что скорость разработки новых приборов в ОНИЛ существенно выше, чем скорость восприятия их производством. Возникли проблемы и в лаборатории. Как известно, из 3-х испытаний – огня, воды и медных труб тяжелее всего дается последнее. В нашем случае это привело к вынужденной смене в конце 1981- начале 1982 г. научного руководителя лаборатории (лучше не вспоминать этот мучительный процесс). Научным руководителем стал А.П. Оконечников, заведующим – А.И. Коссе. В 1988 г. научным руководителем был назначен автор этого материала.

В 1981 – 1982 гг. были начаты крупные циклы работ по Мессбауэровской тематике с ОКБ МЭИ и НПО Аналитического приборостроения АН (В.А. Семенкин, Г.Д. Ложкина и др.). Жаль, что работы с ОКБ МЭИ закончились ничем...

В течение почти 10 лет шли разработка и производство программно-управляемых по магистрали

КАМАК быстродействующих полупроводниковых спектрометров синхротронного излучения для Института ядерной физики СО АН (О.В. Игнатъев, Н.Ф. Школа, А.Д. Пулин, Ю.А. Шевченко и др.). ИЯФ СО АН – уникальный институт с мировым именем. Первый в мире коллайдер (электрон-позитронный) был создан именно здесь. Мы были поражены тем, что уже в начале 80-х гг. в институте функционировала электронная сеть, все научные сотрудники имели на рабочем месте персональный крейт КАМАК с набором необходимых модулей и КАМАК-ЭВМ «Одренок» собственной разработки и производства. Первым директором, талантливым ученым и не менее талантливым организатором науки, академиком Г.И. Будкером было заведен поряток, согласно которому для всех научно-технических разработок, выполненных для физических исследований, должно быть найдено приложение в промышленности, медицине, биологии и т.п. и организовано их тиражирование. Поэтому при 400-х научных сотрудниках и инженерах в опытном производстве работают 1300 рабочих! Производятся, например, линейные электронные ускорители (бывает 10 экз. в год из которых 90 % на экспорт); синхротрон является установкой коллективного пользования; ИЯФом построен, запущен и эксплуатируется синхротрон в НИЦ «Курчатовский институт» (правда там это не любят афишировать). Бюджетное финансирование ИЯФ составляет примерно 10 %. Это дает свободу творчества. Так, в основном за счет собственных средств, создана установка термоядерного синтеза, коренным образом отличающаяся от ТОКАМАКа, более того, ИЯФ обещает при выделении умеренного госфинансирования за несколько лет, а не десятилетий, вывести ее на положительный баланс энергий. Недавно одобрен проект по строительству в ИЯФ суперсинхротрона.

Удивительным представляется и то, что вспомогательные службы института (плановый отдел, бухгалтерия, отдел кадров, отдел снабжения и т.п.) знают свое место, их задача – способствовать реализации решений, принятых учеными за знаменитым круглым столом ученого совета, а не пытаться тупо руководить. Бумаготворчество там сведено к абсолютному минимуму. Дружелюбной и творческой атмосфере способствует достаточно плоская шкала зарплат – в ИЯФ отсутствуют невесты откуда взявшиеся «эффективные менеджеры» с доходами, превышающими средние по институту в 25–50 и

более раз (язык не поворачивается такие доходы называть зарплатой). Руководят институтом и его подразделениями крупные ученые, выросшие в его стенах и сохраняющие первоначально заложенные Г.И. Будкером принципы жизни.

Считаю, что приглашение разрабатывать и производить для ИЯФ быстродействующие полупроводниковые спектрометры, было для нас честью и высокой оценкой уровня наших работ (от услуг СНИИПа ИЯФ отказался в нашу пользу). К 1990 г. все задачи ИЯФа по быстродействующим спектрометрам нами были решены.

ИЯФ был ведущей организацией по моим кандидатской (1981) и докторской (2011) диссертациям. Лучшего было не придумать. Контакты сохраняются по сию пору.

Развивались научно-технические контакты и договорные отношения и с другими интересными по своему уровню и задачам организациями (ЛИЯФ им. Б.П. Константинова, ИАЭ им. И.В. Курчатова, ОИЯИ, МосНПО «Радон», и т.д.). Были защищены «приборные» диссертации В.Н. Маховым, А.В. Жуковым, А.И. Сергеевым<sup>8</sup>, в 1989 г. в соавторстве с сотрудниками ОИЯИ была опубликована упомянутая выше монография, отразившая основные наши достижения по электронным устройствам для спектрометров с полупроводниковыми детекторами рентгеновского и мягкого гамма-излучений.

К сожалению, так ни один рабочий образец быстрого и точного аналого-цифрового преобразователя «по методу умножения остатков» за почти 20 лет упорной работы над ним нескольких человек так и не появился на свет. С 90-х гг. стали доступны интегральные схемы различных АЦП и эта тематика в лаборатории полностью утратила свою актуальность.

Значительной удачей, как показало время, оказалось появление в лаборатории в 1988 г. выпускника кафедры технологии производства радиоаппаратуры радиофака инженера ПО «Вектор» С.В. Дудина. В 1990-м году он стал штатным сотрудником. Его знания конструктора радиоаппаратуры и производственный опыт настройщика оказались весьма востребованными и нещадно эксплуатируются до сих пор.

<sup>8</sup> Диссертация А.И. Коссе (1984) также содержит значительную аппаратную часть.



## 2. 1990–2000-е годы

Наступившее пореформенное время все сильно изменило. В середине «перестройки» возникло много соблазнов, связанных со снятием ограничений на размеры зарплат сотрудников, и не все сумели их избежать. С 1991 г. большинство традиционных «ядерно-физических» партнеров лаборатории стали неплатежеспособными<sup>9</sup>. Только ОИЯИ, имеющий международный статус и финансирование от стран-участниц, смог заказать нам разработку и изготовление партии программно-управляемых двоянных спектрометрических усилителей. Пришлось срочно искать прикладные задачи и возможности удешевления своей научно-технической продукции, изменять организацию проведения работ. Численность лаборатории упала до четырех человек с одним запасным (в свое время она достигала 42-х, без учета ЭЛ УПК), из всех тематик осталась одна - полупроводниковые спектрометры. Приобретение на излете перестройки IBM PC и перевод проектирования печатных плат (А.Д. Пулин) на компьютерную основу помогали выполнять работы малым составом. Было отвергнута характерная для советского периода схема «натурального хозяйства». Стало более выгодным иметь в штате лаборатории лишь высококвалифицированных специалистов по основным работам, а для выполнения вспомогательных и эпизодических привлекать сторонние коллективы и отдельных профессионалов; пришлось расстаться и с ЭЛ в УПК УПИ, ставшей стараниями тогдашнего директора УПК «гирей на ногах» лаборатории. Имевшиеся научно-технические связи, научный потенциал, приборный парк, возникшая доступность любых западных электронных комплектующих, свобода в выборе подрядчиков и навыки выживания в экстремальных условиях позволили лаборатории обеспечить заключение и выполнение хозяйственных договоров и пережить самое смутное время без изменения рода деятельности. В августе 1993 г. выявилась потребность Чепецкого механического завода (г. Глазов) в портативном экспресс-идентификаторе типов циркониевых сплавов, с ноября пошел договор, позволивший перейти от режима выживания к медленному, но все же развитию. За несколько месяцев, с привлечением в качестве программиста Ю.И. Виноградова из ВНИИЭФ (г. Саров), удалось сделать первый в нашей практике рентгенофлуоресцентный

<sup>9</sup> В аббревиатуре названия лаборатории (ОНИЛ ЭРП) исчезла буква «О», как следствие.

анализатор «МАРФ-01» с рентгеновским источником <sup>241</sup>Am и полупроводниковым Пельтье-охлаждаемым CdTe-детектором. Впоследствии для ЧМЗ и других заказчиков было создано несколько поколений МАРФ, в том числе с рентгеновскими трубками, кремниевыми PIN и дрейфовыми детекторами.

В конце 1994 г. лаборатория благодаря своей репутации получила от ВНИИ Технической Физики и Автоматизации (бывший ВНИИ радиационной техники - ВНИИРТ) предложение на участие в уже действовавшей программе поставки для таможен РФ портативных спектрометров под «теплые» CdTe-полупроводниковые детекторы для рентгенофлуоресцентных анализаторов<sup>10</sup> ПРИМ-1. За 3 месяца была выполнена разработка электронного канала. Только для нужд ГТК выпущено свыше 350-ти экземпляров портативных спектрометров<sup>11</sup> нескольких типов. Эти и некоторые другие работы позволили оснаститься современным импортным измерительным оборудованием, компьютерной техникой, уникальной иностранной технической литературой, финансировать свои НИРы. Все это позволило и дальше весьма успешно конкурировать с лучшими зарубежными разработками и отнюдь не только за счет цены продукции.

Период 1995–1998 гг. оказался чрезвычайно продуктивным в научном плане. Окончательно выкристаллизовались принципы построения критически важных узлов процессоров детекторных импульсов – стабилизатор базовой линии; устройство таймирования, инвариантное к вариации формы импульсов в условиях низкого SNR; устройство инспекции наложенных событий. В последующем менялась лишь схемотехника. Портативные спектрометры и РФ-анализаторы перестали отличаться по метрологическим характеристикам от стационарных.

В 1995 г. была отозвана из вынужденного отпуска техник Л.И. Подногина, смонтировавшая впоследствии львиную долю печатных плат. В этом же году был принят на работу выпускник кафедры

<sup>10</sup> По иронии судьбы НИЛ ЭРП заменила в этих работах все тот же СНИИП.

<sup>11</sup> «За разработку, организацию производства и внедрение в практику ядерно-физических комплексов экспрессного многоэлементного анализа веществ и материалов» группа сотрудников нескольких организаций была отмечена Премией Правительства РФ в области науки и техники за 2003 г. В числе лауреатов научный руководитель НИЛ ЭРП О.В. Игнатъев.

и дипломник лаборатории М.П. Белоусов. Поначалу он помогал С.В. Дудину в настройке процессоров детекторных импульсов для приборов ПРИМ-1. В 1999 г. к нам распределился еще один дипломник -

## 3. 2000–2100-е гг.

К 2000 г. стало совершенно очевидным, что в связи с общим оживлением экономики лаборатория должна разрабатывать и выпускать мелкими сериями не только спектрометры, пусть и уникальные, но и энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные анализаторы (EDXRFA) элементного состава веществ. Реакцией на эту ситуацию стало появление в составе лаборатории вначале дипломника (1999 г.), а затем и аспиранта Алексея Пулина (с 2000 г.), который под патронажем А.И. Коссе и О.В. Игнатъева занялся программно-методическим обеспечением EDXRF-анализаторов. За короткое время общими усилиями был создан прибор «МАРФ-002», существенно более точный и совершенный, чем его таможенный аналог.

В 2002 г. после дипломирования в лаборатории был принят на работу М.А. Горбунов. С его приходом в спектрометрах и установках получили широкое распространение микроконтроллеры и программируемые логические интегральные схемы (PLIS). Это расширило функциональные возможности аппаратуры, увеличило ее надежность, сократило трудоемкость изготовления и габариты. Кроме того, он поставил на качественно новый уровень трассировку печатных плат, что позволило сократить сроки выполнения разработок.

В это время произошел короткий всплеск работ под фундаментальную ядерную физику. Для диагностики горячей плазмы на различных



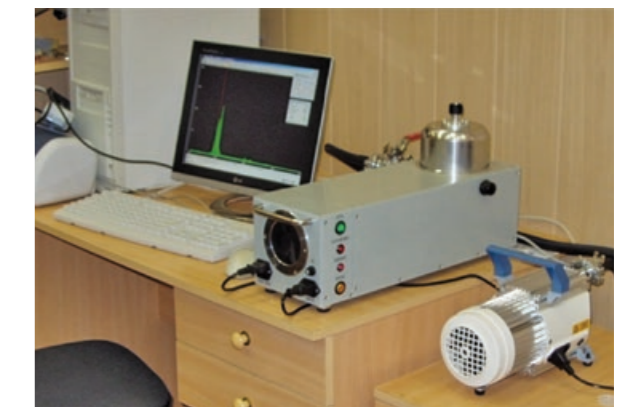
РФ-анализатор МАРФ-02. Источник излучения <sup>241</sup>Am

С.Г. Морозов. Под руководством А.И. Коссе он занялся разработкой и производством зарядочувствительных преусилителей для различных полупроводниковых детекторов.

ТОКАМАКах, включая установки в США и Японии, была создана система сверхбыстродействующих спектрометрических модулей САМАС (О.В. Игнатъев и А.Д. Пулин) для работы с алмазными детекторами. Скорость накопления энергетических спектров заряженных частиц до  $R_0 = 5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$  (при этом  $R_i \geq 10^6 \text{ s}^{-1}$ ).

Весной 2005 г. создан малогабаритный стационарный энергодисперсионный анализатор элементного состава веществ «СТАРТ-001». Главная отличительная его черта – возможность количественного анализа содержания «легких» элементов (Mg, Al, Si и т.д.)

На Урале к началу 70-х гг. прошлого века сложилась парадоксальная ситуация. Здесь были расположены несколько крупных предприятий минсредмаша: УЭХК (Свердловск-44), комбинат «Электрохимприбор» (Свердловск-45), ПО «Маяк» (Челябинск-40), РФЯЦ ВНИИТФ (Челябинск-65), Приборостроительный завод (Златоуст-36). Эти предприятия по роду своей деятельности кровно заинтересованы в ядерно-физической аппаратуре и системах, но ни в их недрах, ни в регионе не было организации, специализирующейся в области ядерного приборостроения, особенно в области ядерной электроники. Все они питались от упоминавшегося монополиста в ядерном приборостроении – СНИИПа, который не сильно утруждал себя новыми разра-



РФ-анализатор СТАРТ-01. Источник излучения рентгеновская трубка Moxtek (USA)

ботками, по крайней мере в области электронных каналов спектрометров излучений. Чаще всего достаточно бездарно копировались приборы Ortec и Canberra, но при этом практически каждый год в «Атомиздате» под многообещающим названием выходила очередная совершенно пустая книга авторов из СНИИПа (кто не помнит труды директора В.В. Матвеева, начальников отделов Л.С. Горна и Б.И. Хазанова?). Все по рецептам современной «желтой» прессы – они опередили свое время.

В 2007 г. Владимир Николаевич Музгин, имевший деловые контакты с ПО «Маяк» и прекрасно осведомленный о проблемах аналитики на радиохимическом производстве, инициировал работу по созданию для ПО «Маяк» установки экспресс-определения концентрации урана и плутония в растворах отработанного ядерного топлива. Ранее были попытки сделать установку EDXRFA на основе охлаждаемого жидким азотом Si(Li)-детектора, но из-за чрезвычайно высокой  $\beta$ -активности этих растворов ( $^{137}\text{Cs}$ ) измерительный тракт просто захлебывался. Наше решение (А.И. Коссе, А.А. Пулин, С.Г. Морозов, О.В. Игнатъев) оказалось чрезвычайно простым – использовать тонкий кремниевый Пельтье-охлаждаемый PIN-детектор, который практически прозрачен для жесткого излучения, а концентрации определять по  $L$ -линиям, где эффективность регистрации достаточно велика. Идея оказалась верной, установка была создана и функционирует до сих пор. ПО «Маяк» стал регулярно заказывать нам достаточно специфичные разработки.

Совершенно неожиданно оказались востребованными в разных ипостасях сцинтилляционные, в том числе многоканальные  $\beta$ -спектрометры. Среди их приложений – мобильная установка дистанционного обнаружения ядерных боеприпасов; установки  $\beta$ -мамографии в медицине (выпущено около десятка установок); установка промышленного  $\beta$ -активационного анализа содержания золота (Навоийский ГМК, Узбекистан); установка нейтронно-активационного анализа содержания кислорода в титановых сплавах и т.п. Эта тематика начала заметно развиваться (М.П. Белоусов, О.В. Игнатъев), но совсем иначе, чем это было в 70–80-х гг.

Отнюдь не быстродействие является главной характеристикой сцинтилляционного спектрометра.

Гораздо более востребованы энергетическое разрешение и стабильность энергетической шкалы в широком диапазоне изменения температуры окружающей среды и энерговыделения в кристалле. Что касается быстродействия спектрометров с кристаллом NaI:Tl, то, как довольно быстро стало понятным, вовсе не обязательно мучиться с время-вариантной анодной нагрузкой фотоумножителя, достаточно снимать токовый сигнал и далее его обрабатывать по всем канонам процессинга импульсов полупроводниковых детекторов (качественное гауссово или квазитреугольное формирование; стабилизация базовой линии с порогами ниже уровня шума, обеспечивающая отсутствие нестационарного шума и работоспособность даже при мертвом времени до 200 %; широкодиапазонный, по энергии, инспектор наложенных событий; быстрый АЦП со статистическим «разравниванием» неоднородности уровней квантования; высококачественный корректор «мертвого» времени, эффективно работающий вплоть до 200 % мертвого времени). При таком подходе быстродействие по входу  $R_i \geq 105 \text{ s}^{-1}$  достигается играючи.

**Относительное энергетическое разрешение** традиционного сцинтилляционного  $\beta$ -спектрометра ( $h_{662\text{keV}} = 7\text{--}7,5 \%$  для NaI:Tl средних размеров - 38 x 38 mm, например) может быть улучшено несколькими способами. Это выбор фотосенсора с большей квантовой эффективностью QE; выбор сцинтиллятора с большим световыходом LY; выбор сцинтиллятора с меньшей зависимостью LY от энергии  $\beta$ -квантов.

**Стабильность энергетической шкалы** в широком диапазоне изменения температуры окружающей среды и энерговыделения в кристалле достигаются соответствующим выбором кристалла, фотосенсора и применением комплексной системы стабилизации.

В 2005–2008 гг., в ходе капитального ремонта установки нейтронно-активационного анализа в ВСМПО-«Ависма» (г. В. Салда) мы разработали и применили для регистрации излучения кислорода с  $E_g = 6,135 \text{ MeV}$  4-канальный спектрометр с большеобъемными полусферическими (радиусом  $R = 50 \text{ mm}$ ) кристаллами CsI:Tl и фотодиодами Hamamatsu в качестве фотосенсоров (М.П. Белоусов, М.А. Горбунов, А.А. Пулин, О.В. Игнатъев). Благодаря тому, что  $LY_{\text{CsI}} \geq 60 \text{ ph/keV}$  (для NaI:Tl  $LY_{\text{NaI}} = 36\text{--}38 \text{ ph/keV}$ ), а фотодиоды для CsI:Tl гарантируют

$QE_{\text{PhD}} \leq 95 \%$  (для российских вакуумных ФЭУ с NaI:Tl  $QE_{\text{PhD}} \leq 25 \%$ ), при таких размерах кристаллов удалось надежно обеспечить  $h_{662\text{keV}} \leq 8 \%$  (сборка NaI:Tl + ФЭУ с аналогичным объемом кристалла характеризуется  $h_{662\text{keV}} \geq 9 \%$ ). Дополнительные бонусы – отсутствие изменения коэффициента преобразования фотосенсора от температуры и энерговыделения в детекторе. Никакой стабилизации шкалы в лабораторных условиях не требуется. Этот спектрометр интенсивно эксплуатируется уже 11 лет без единой поломки!

Примерно в этот же период времени для денситометра ФГУП «Электрохимприбор» был создан спектрометр с отечественным кристаллом  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  ( $LY = 65 \text{ ph/keV}$ , постоянная высвечивания  $t_f = 16 \text{ ns}$ ). Понятно, что быстродействие такого спектрометра потенциально может быть в 20 и более раз выше, чем с NaI:Tl. Это было реализовано. Стабилизация шкалы по пику  $^{241}\text{Am}$  с  $E_g = 59,5 \text{ keV}$ . Энергетическое разрешение по этой линии составило 11 %.

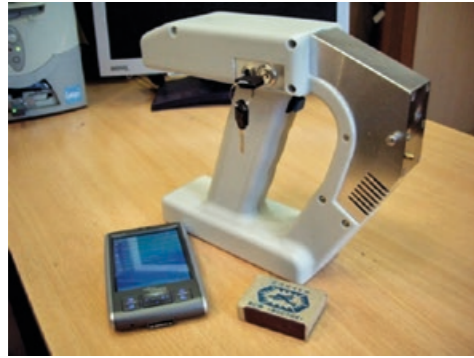
К концу этого десятилетия объемы работ по спектрометрам с рентгеновскими полупроводниковыми детекторами стали постепенно сокращаться из-за насыщения рынка. Не менее обширным обещал быть рынок, связанный с радиационным контролем на атомных электрических станциях (АЭС), тем более, что концерн «РосЭнергоАтом», следуя рекомендациям МАГАТЭ решил вместо слепого дозиметрического контроля переходить к спектрометрическому – понуклидный контроль. Дело казалось очень перспективным, а наш потенциал вполне соответствовал требованиям. Убеждая сотрудников в целесообразности сделать серьезный крен в сторону АЭС, я приводил аналогию с похоронным бизнесом – чтобы в стране не случилось, потребность в его услугах будет всегда. АЭС невозможно просто так остановить и закрыть – при любых обстоятельствах аналитическое оборудование будет востребовано и в значительных количествах. Сколь точной была эта аналогия, я понял позже. Большое число компаний, неспособных создать аппаратуру радиационного контроля, занимаются тем, что перепродают на АЭС оборудование, произведенное за рубежом. Их вклад состоит в сертификации этого оборудования, изготовлении вспомогательного железа и создании методик проведения измерений, хотя за рубежом они, как правило, существуют. В итоге все, как в похоронном деле. Как только констатирована смерть – под окном дома мгновенно оказываются машины нескольких фирм, телефон надрывается,

и все средства хороши для достижения цели. С тендерами для АЭС та же история. Рой компаний добывает и использует инсайдерскую информацию, не гнушается анонимками и клеветой!

В 2009 г. лаборатория начала контактировать с компанией РАДИКО в г. Обнинске, занимающейся созданием для АЭС прикладного ПО и методик радиационного контроля, а также, что самое главное, поставкой соответствующего оборудования. В 2010 г. по договору с РАДИКО был разработан наш первый портативный  $\beta$ -спектрометр СТАРК-01 с кристаллом  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  38x38 mm S.-Gobain и вакуумным фотоумножителем Hamamatsu. В 2011 г. он был испытан на Курской АЭС и внесен в реестр средств измерений (М.П. Белоусов, М.А. Горбунов, О.В. Игнатъев, С.Г. Морозов, А.А. Пулин). Основные характеристики: энергетическое разрешение  $h_{662\text{keV}} \leq 3,25 \%$ ; максимальная скорость накопления очищенных от наложений событий  $R_{o,\text{max}} \geq 2 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$  при загрузке по входу  $R_{i,\text{max}} = 5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$ ; сдвиг центра тяжести пика и уширение с ростом загрузки составили:  $DE_{662\text{keV}}/E_{662\text{keV}} \leq 0,25 \%$  и  $Dh_{662\text{keV}}/h_{662\text{keV}} \leq 7,5 \%$ , соответственно. Заметим, что аналогичный спектрометр НТЦ «Аспект» УДС-ГЦА – В380, выпущенный чуть раньше, характеризуется значениями параметров:  $h_{662\text{keV}} \leq 3,5 \%$ ;  $DE_{662\text{keV}}/E_{662\text{keV}} \leq 1,0 \%$ ;  $Dh_{662\text{keV}}/h_{662\text{keV}} \leq 15 \%$ .

Результаты так вдохновили, что в 2012 г. РАДИКО и УрФУ подали проект в программу «по 218-му постановлению Правительства» на создание производства кристаллов  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  и спектрометрической аппаратуры для них. Проект, общей стоимостью 70 млн руб., был принят. Перед подписанием соглашения с Минобрнауки совершенно неожиданно РАДИКО, которая должна была вложить в проект 35 млн. руб., отказалась участвовать в его реализации. Причина оказалась банальной. Mirion Technologies, у которых закупалось оборудование, предложили значительные скидки на него в обмен на отказ РАДИКО разрабатывать и производить свою аппаратуру. Вот такая честная конкуренция со стороны американцев!

К 2010 г. была завершена и проверена на макете разработка не имеющего мирового аналога способа бесшумового дополнительного формирования спектрометрических импульсов (О.В. Игнатъев, М.П. Белоусов), позволяющего в условиях относительно низкого отношения сигнал-шум изменять форму



РФ-анализатор «МАРФ-03/М». Источник излучения рентгеновская трубка Moxtek (USA)

без возникновения нестационарного, зависящего от статистической загрузки, шума. В частности, можно создавать процессоры детекторных импульсов с временем формирования, подстраиваемым к конкретным интервалам между соседними событиями. На эти исследования ушло почти 20 лет.

В это же время был создан портативный РФ-анализатор «МАРФ-03/М» с той же рентгеновской трубкой, что в стационарном приборе «Старт-01» (М.А. Горбунов, С.В. Дудин, С.Г. Морозов, А.А. Пулин).

После 2010-го сцинтилляционная тематика продолжала интенсивно развиваться. Были разработаны и внедрены в ПО «Маяк» несколько разновидностей спектрометров («СБЛ-1», «СБЛ-2») и установок на основе кристаллов  $YAlO_3:Ce$  производства CRYTUR (Чехия), в т.ч. денситометр высокоактивных растворов.

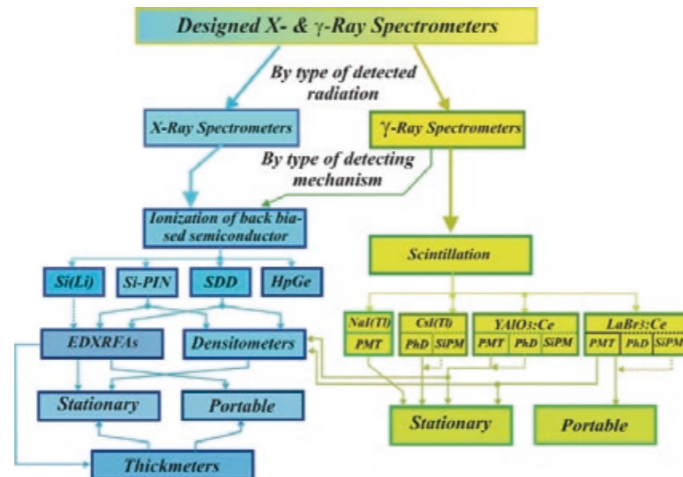
Потеря перспективы наладить производство кристаллов  $LaBr_3:Ce$  после разрыва отношений с РАДИКО, заставила искать альтернативу. Среди



Портативный сцинтилляционный спектрометр Старк-01

отечественных кристаллов наиболее многообещающим оказался  $CsI:Tl$ <sup>12</sup>.

Он во многих отношениях превосходит  $NaI:Tl$ , в частности по световыходу почти на 70 % ( $LY_{CsI} \approx 64$  ph/keV против  $LY_{NaI} \approx 38$  ph/keV). Это означает, что статистическая часть энергетического разрешения уменьшается на 30 % по сравнению с  $NaI:Tl$ . Спектр чувствительности Si-фотосенсоров хорошо согласуется со спектром высвечивания  $CsI:Tl$ ,



Разработанные и освоенные в производстве спектрометры и приборы. Пунктиром помечены планируемые разработки. Обозначения: SiDD – кремниевый дрейфовый детектор; PMT – ФЭУ; PbD – фотодиод; SiPM – кремниевый фотоумножитель

и это позволило нам для серийных спектрометров «Старк-02» с кристаллом  $CsI:Tl$  и полупроводниковыми фотоумножителями (SiPM) гарантировать  $h_{662keV} \leq 6,5$  % в диапазоне температур  $DT = +10 \div +45$  °C.

В период с лета 2013 г. по сентябрь 2017 г. нами созданы новый способ высокоразрешающей  $g$ -интроскопии массивных изделий и заготовок из тяжелых металлов и установка на его основе (О.В. Игнатъев, М.А. Горбунов, С.Г. Морозов, Е.А.Купчинская, А.В. Купчинский, А.А. Пулин, С.В. Дудин, А.Л. Крымов). В объектах из свинца, вольфрама и др. тяжелых металлов толщиной 100 mm можно визуа-

<sup>12</sup> Жаль, что не получилось сотрудничества с научной школой люминесценции, хотя есть как минимум 2 фундаментальные задачи, решение которых позволило бы качественно улучшить характеристики традиционных сцинтилляторов и спектрометров на их основе. Куда проще заниматься наукой созерцательной, а не созидательной!



Лаборатория в полном составе (март 2019 г.). Сидят С.В. Дудин, Л.И. Подногина, О.В. Игнатъев, А.А. Пулин; стоят А.Л. Крымов, М.А. Горбунов, М.П. Белоусов, С.Г. Морозов, А.В. Купчинский, Е.А. Купчинская (с дочерью Таней)

лизировать дефекты (без дополнительной обработки изображений) с характерными размерами  $\leq 400$  mm. Классическая радиография на базе бетатрона или линейного ускорителя в таких объектах после обработки изображений разрешает дефекты размером более 700 mm. Улучшение пространственного разрешения достигается отсеканием рассеянных в исследуемом объекте  $g$ -квантов. В основе принципа построения установки – модифицированная комптоновская  $g$ -камера, реализованная на координатном детекторе-рассеивателе  $[LaBr_3:Ce + 64 \times SiPM]$  и детекторе-поглотителе  $[LaBr_3:Ce + PMT]$ . Размеры рассеивателя  $55 \times 5$  mm, поглотителя –  $70 \times 38$  mm. В установке 65 полнофункциональных процессоров детекторных импульсов (64 цифровых и один аналого-цифровой). Разработку цифровых процессоров и системы управления установкой выполнил М.А. Горбунов. Разработку аналого-цифрового PDP выполнил С.В. Дудин.

Здесь уместно отметить то, что в этот период произошло завершение формирования кадрового состава лаборатории. В 2013 г. к нам перешел с.н.с., к.ф.-м.н. А.Л. Крымов, чьи знания и опыт в области оптики сцинтилляторов и конструирования механических изделий оказались более, чем кстати. В 2015 г. на дипломирование были приглашены Женя Жевак и Антон Купчинский. Они должны были освоить пакет GEANT4 моделирования ядерно-физических процессов методом Монте-Карло и исследовать характеристики  $g$ -интроскопа и детектора нейтронов на основе неорганического сцинтиллятора и  $^{10}B$ -конвертора (для решения этих и других работ по моделированию пришлось покупать очень быстрый компьютер). Оба они

прекрасно справились с поставленными задачами и были приняты в лабораторию на работу. В мае 2016 г. Е.А. Купчинская и А.В. Купчинский поступили в аспирантуру по той же тематике.

Использование моделирования в GEANT4 взаимодействия излучений с веществами в разных агрегатных состояниях резко ускорило разработку новых изделий и во многих случаях избавило от необходимости предварительного макетирования.

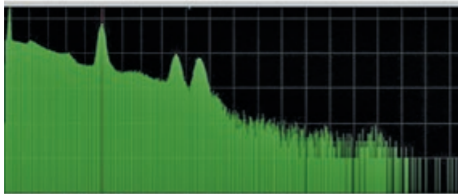
Побочным продуктом разработки  $g$ -интроскопа стала разработка высокоэффективного  $b$ -детектора (М.В. Громыко, С.В. Дудин, О.В. Игнатъев, А.Л. Крымов, А.В. Купчинский) с координатной чувствительностью – набор 16-ти  $b$ -ячеек, состоящих из тонкого пластикового сцинтиллятора  $50 \times 50 \times 1$  mm и SiPM с усилителем-формирователем.  $b$ -детекторы освоены в производстве и поставляются на АЭС в составе  $b$ -радиометров РЗС-21. Оптимальная конструкция  $b$ -ячейки была создана после моделирования в GEANT4.

Самым ярким примером выгоды моделирования свойств детектора стал детектор для матричного спектрометра излучений человека. Это параллелепипед  $64 \times 64 \times 32$  mm из  $CsI:Tl$  с SiPM.

На поверхностях, примыкающих к плате с фотоумножителями, сняты фаски. Был заказан кристалл, смонтирован детектор и измерены его характеристики. Относительное энергетическое разрешение составило  $h_{662keV} \leq 6,25$  %! Из таких элементарных детекторов можно собирать панели любых площадей. Заметим, что всемирно признанный СИЧ FastScan-2250 (Canberra, USA) характеризуется



Отдельные детектирующие ячейки размером 50×50×10 мм радиометр РЗС-21 с БДБ-107 (16 ячеек)



Один элемент будущего матричного детектора СИЧ и снятый спектр  $^{137}\text{Cs} + ^{60}\text{Co}$ . Спектр представлен в логарифмическом масштабе

$n_{662\text{keV}} \geq 8,0\%$ . Спрос на СИЧ такого типа большой (был проведен мониторинг), но беда в том, что никто не хочет финансировать разработку (около 75 млн руб.).

### Заключение

Не хотелось бы просто выпустить очередную победную реляцию к юбилею физтеха. Те успехи, что описаны выше, достигнуты не благодаря, а

вопреки сложившейся системе. Выполнять работы становится все сложнее и сложнее. Вот некоторые наблюдения.

Известна масса примеров превращения обычных естествоиспытателей и технарей в блестящих экономистов и управленцев (если судить по их постам и регалиям), но нет примеров обратной трансформации.

Все чаще руководить наукой, образованием и отраслями промышленности назначаются не специалисты, выросшие в этих средах, прошедшие переподготовку по краткосрочным экономическим и управленческим программам, а люди, получившие гуманитарное образование.

Развитие науки и технологий в нашей стране могут остановить не западные санкции, а наши, превращающиеся в раковую опухоль в общественном теле чиновники, стремящиеся буквально все регламентировать и контролировать. Время на согласования порой превышает время на собственно разработку.

Если бы в период зарождения и становления атомной и ракетно-космической отраслей в СССР каждый шаг был обложен таким числом лицензий, согласований, разрешений и др. бумаг, как сейчас, то никакого ядерного щита просто не было бы, а возможно и всех нас тоже!

Очень надеюсь, что в стремлении достичь китайских темпов развития, те, кто производят знания, технологии, продукцию, будут освобождены от чиновного гнета и схема один с сошкой, а семеро с ложкой уйдет в прошлое.

## История развития мессбауэровской спектрометрии на кафедре экспериментальной физики

В.А. Семенкин

Первые работы по исследованию эффекта Мессбауэра на кафедре экспериментальной физики и вообще на Урале начаты под руководством профессоров Р.И. Минца и В.С. Кортова с 1964 г., всего через 3 года после получения в 1961 г. Р. Мессбауэром Нобелевской премии. Благодаря тесному научному сотрудничеству с лабораторией В.В. Скляревского в Институте атомной энергии стало возможным проведение первых измерений. Из этой лаборатории нам были переданы система доплеровской модуляции энергии гамма-излучения и радиоактивный источник кобальт-57 – самые важные и трудноисполнимые части мессбауэровского спектрометра.

Дипломные проекты В. Рыбалкина, Г.М. Спирина, Ю.Н. Секисова, Ю.А. Шевченко, В.Ю. Проскурина, В.А. Семенкина заложили экспериментальную и научную базу для развития мессбауэровской спектрометрии в составе отдела радиационного материаловедения ФТФ. В 1974 г. В.А. Семенкин защищает первую в УПИ кандидатскую диссертацию по эффекту Мессбауэра и становится руководителем мессбауэровских исследований в ОРМ. К этому моменту вокруг него образуется группа исследователей в составе Ю.Н. Секисова, В.В. Бухаленкова и В.Ю. Проскурина, М.Н. Светлова, Ю.Н. Кочерги. Каждый из них выполняет чрезвычайно оригинальные исследования. Начиная с 1974 г., все измерения ведутся уже на новом спектрометре, созданном группой на базе глубокой модернизации модели ЯГРС-4М, многоканального анализатора АИ-4096 и комплектной мессбауэровской лаборатории производства Института ядерной физики Венгерской АН. На рисунке запечатлен один из моментов запуска этой лаборатории (на заднем плане – модернизированные АИ-4096 и ЯГРС-4).

В конце 70-х гг. профессор Р.И. Минц начинает заниматься задачами на стыке материаловедения и биофизики. Эффект Мессбауэра оказывается на острие этих задач. В.А. Семенкин и пришедший в ОРМ в 1979 г. выпускник кафедры молекулярной физики М.И. Оштрах по предложению Р.И. Минца начинают биофизические и биомедицинские исследования гемоглобина человеческой крови в эритроцитах в

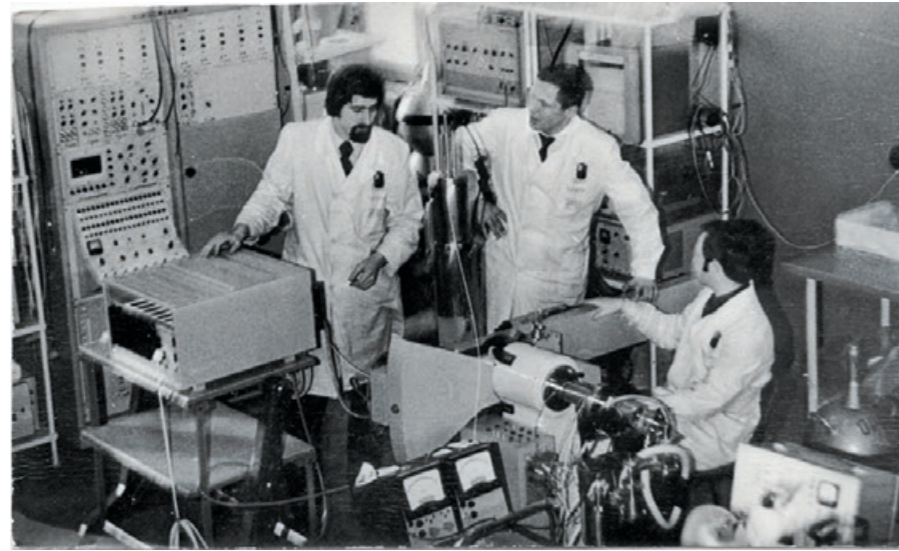
норме, при патологии и поврежденных радиацией. По результатам этих работ М.И. Оштрах защитил кандидатскую, а в 2000 г. – докторскую диссертации.

В 1982 г. в отраслевой лаборатории электроники для рентгеновских приборов при кафедре экспериментальной физики по инициативе Д.А. Пулина, Б.С. Новисова, В.Н. Махова, Ю.А. Шевченко и О.В. Игнатъева организуется группа по разработке уникального мессбауэровского спектрометра следующего поколения. Возглавил группу В.А. Семенкин. Группа начинает активное сотрудничество с лабораторией ядерного гамма-резонанса



В.А. Семенкин, с.н.с. кафедры экспериментальной физики

Института аналитического приборостроения АН СССР (руководитель д.ф.-м.н. С.М. Иркаев). На заседании Совета по научному приборостроению при Президиуме АН СССР 16 февраля 1983 г. утверждается техническое задание, исполнители (в том числе ОНИЛ ЭРП кафедры экспериментальной физики), заказчики и финансирование по проекту «Спектрометр Мессбауэра базовый», который вносится в титульный список уникальных научных приборов нашей страны. Официальную положительную оценку этому заданию дал лично



Сотрудники мессбауэровской лаборатории ОРМ.

Слева направо: В.А. Семенкин, Ю.Н. Секисов, В.Ю. Проскурин, 1976 г.

Р. Мессбауэр. Одновременно работы кафедры экспериментальной физики по этому проекту включаются в межвузовскую целевую программу работ на 1982–1985 гг. «Когерентные процессы и взаимодействие мессбауэровского излучения с веществом» (шифр «Кристалл»). В.А. Семенкин назначается заместителем председателя секции «Аппаратура и методика мессбауэровской спектроскопии» в этой большой координационной программе всех мессбауэровских исследований в СССР.

В 1985–1987 гг. группа выполняет три НИР по категории «важнейшая тематика»: «Секвента» – разработка системы доплеровской модуляции для аттестации радионуклидной продукции методом эффекта Мессбауэра (по заказу Госкомитета по атомной энергии СССР и НИИ «Радиевый институт»), «Малахит» и «Малахит-МУ» – разработка микропроцессорного накопителя для спектрометров ионизирующих излучений (по заказу министерств общего и среднего машиностроения, НИИ «Радиевый институт» и правительственной военно-промышленной комиссии). В результате испытания разработанной аппаратуры на различных полигонах страны был получен акт внедрения НИР с редкой формулировкой – «подъем престижа страны».

С 1985 по 90-е гг. выполняется НИР «Разработка основ многомерной мессбауэровской спектрометрии» (по заказу институтов аналитического приборостроения и химической физики АН СССР). Работа заканчивается государственными испытаниями

нового уникального научного прибора – многомерного мессбауэровского параметрического спектрометра СМ-2201.

Ведущую роль в разработке системы доплеровской модуляции, конструированию, макетированию и испытании нового спектрометра сыграл выпускник радиотехнического факультета М.Е. Вахонин. По результатам этой работы он успешно защитил кандидатскую диссертацию. В работах по новому спектрометру принимали участие студенты кафедры экспериментальной физики В. Манженко, Б. Широков, В. Вайнштейн, В. Скотников, А. Голиков, В. Тюков, А. Кулесский, Р. Гельманов, С. Веремеенко, Г. Ложкина, С. Щипанов.



Общий вид мессбауэровского спектрометра СМ-2201 совместной разработки УПИ и ИАП АН СССР

На опытном производстве АН СССР было выпущено 42 шт. СМ-2201. Ими были укомплектованы многие мессбауэровские лаборатории академических и отраслевых институтов и вузов. По результатам работы группы в период 1985–1992 гг. получено 17 иностранных патентов Великобритании, Франции, Японии, Чехии, Болгарии, Германии и 8 авторских свидетельств СССР. С 1975 г. и по настоящее время результаты исследований докладываются и публикуются на всех международных конференциях по эффекту Мессбауэра (ICAME, ISIAE, ICMSA, LACAME).

Как самостоятельное научное подразделение кафедры лаборатория мессбауэровской спектрометрии образована в 1986 г.

7 мая 1987 г. В.А. Семенкин в соавторстве с сотрудниками ИАП АН СССР С.М. Иркаевым, В.В. Куприяновым и М.М. Соколовым получили патент Королевского патентного бюро Великобритании «Метод резонансной гамма-спектроскопии». Это 2-й патент в мире, после патента самого Р. Мессбауэра, с аналогичной формулировкой.

В эти же годы различные методические и схемотехнические решения спектрометра СМ-2201 были применены в разработке специализированной техники эффекта Мессбауэра. По планам координационной программы «Кристалл» были выполнены совместно с кафедрой ядерной физики Белорусского госуниверситета проект передвижной геологоразведочной мессбауэровской лаборатории (А.Л. Холмецкий). Совместно с НИИ Физики Ростовского госуниверситета разработан и изготовлен мессбауэровский спектрометр для экспрессных анализов МС-1010 (В.Н. Лосев, Д.А. Сарычев). В 1989–1990 гг. система доплеровской модуляции СМ-2201 была использована в уникальном эксперименте на атомном реакторе Саласпилского ядерного центра Института физики АН Латвийской ССР – впервые в мире был измерен мессбауэровский спектр гадолиния-155 в нейтронном пучке реактора с подвижным гелиевым криостатом весом 10 кг (В.Н. Белогулов). В 1995 г. в сотрудничестве с лабораторией пучковых воздействий Института электрофизики УрО РАН впервые в мире проводится эксперимент по измерению эффекта Мессбауэра непосредственно под пучком ионной пушки (В.В. Овчинников, Б.Ю. Голобородский). Сотрудники мессбауэровской лаборатории УПИ под руководством

В.А. Семенкина играли определяющую роль в успехе перечисленных разработок и экспериментов.

В 1990–1996 гг. выполняется НИР по госбюджетному финансированию «Развитие метода доплеровской модуляции для повышения разрешающей способности мессбауэровской спектроскопии». За это время был проведен физический анализ эффекта Доплера и эффекта Мессбауэра в многомерных схемах резонансного детектирования, фильтрации, поляризации, селективно индуцированного резонансного эффекта. Предложенные решения позволили исключить в многомерном эксперименте искажающие факторы квантовых биений и фазовых сдвигов в функции свертки спектральных линий источника, поглотителя и промежуточных резонансно рассеивающих сред. В эксперименте резонансной фильтрации с резонансным детектированием была зарегистрирована спектральная линия резонансного поглощения меньше естественной ширины 14,4 Кэв гамма-излучения ядра железа-57 («эффект псевдонарушения принципа Гейзенберга»). В 2009–2012 гг. в лаборатории велись работы по гранту РФФИ № 06-08-00677-а «Автоматизированный прецизионный мессбауэровский спектрометрический комплекс для фундаментальных и прикладных задач в биомедицинских исследованиях»

По результатам этой НИР в 2013–2014 гг. был собран, настроен и внедрен в практику биофизических, биомедицинских и космохимических исследований компьютеризированный вариант мессбауэровского спектрометрического комплекса. Он создан на базе многомерного параметрического спектрометра СМ-2201 с рекордно высоким скоростным разрешением системы доплеровской модуляции, не имеющей аналогов в мире. На этом комплексе под научным руководством г.н.с., д.ф.-м.н. М.И. Оштраха (в настоящее время научного руководителя лаборатории) и профессора В.И. Гроховского измеряются мессбауэровские спектры на 4096 каналов накопления. Проводятся исследования различных гемоглобинов, ферритина, тканей печени и селезенки человека и животных в норме и при патологии, железосодержащих фармацевтических препаратов, различных метеоритов, нанокмозитов и наночастиц на основе ферритов и оксидов железа, разрабатываемых как для технических целей, так и для создания биомедицинских магнитных жидкостей.



Общий вид мессбауэровского спектрометрического комплекса КЭФ в 2019 г.

За период 2000–2019 гг. в сотрудничестве с федеральными ядерными центрами России, академическими институтами РАН, зарубежными партнерами исследованы с предельно высокой разрешающей способностью сверхтонкие ядерные взаимодействия в металлических, минералогических и биологических молекулярных соединениях при воздействии электрического поля, ионных, электронных, протонных и нейтронных пучков и ударных сферических волн, моделирующих воздействие ядерного взрыва. Выполнены измерения в гемине, модифицированном оксигемоглобине эритроцитов человеческой крови и ряде железосодержащих белков, витаминах и кровезаменителях. Проведено систематическое исследование с целью датирования коллекций древней археологической керамики Западной Сибири. Исследованы образцы золотосодержащих арсенопиритов из месторождений и различных геологических музеев мира для решения проблемы «Невидимое золото Урала и Западной Сибири». Исследованы образцы основных известных метеоритов. Измерены спектры перспективных материалов: радиационных протекторов биологических тканей; присадок ракетного топлива; нанокристаллического карбонильного железа и инваров для порошковой металлургии деталей системы точного оружия, ракетной и космической техники; метастабильного инвара металлургического и модельного космического изготовления при пропускании электрического тока и наложении внешнего электрического поля;

реакторных нержавеющей сталей оболочек ТВЭЛ, облученных в потоке нейтронов реактора ИВВ-2 и пучке протонов, ускоренных на циклотроне Р-7М. Эти измерения выполнялись и выполняются сейчас уже следующим поколением выпускников ФТФ-ФТИ: О.Б. Мильдером, Е.Г. Новиковым, А.И. Пиккулевым, И.В. Аленыкиной, М.В. Ушаковым, М.В. Горюновым, М.Ю. Ларионовым, Е.В. Петровой, А.А. Максимовой.

В настоящее время под руководством К.О. Хохлова и Е.Г. Новикова на базе дипломных проектов (Е.Г. Новиков, К.В. Ивановских, Д.А. Зубахин, А.Л. Просвирнин, М.В. Ушаков, Э.Ю. Лунев) и магистерской диссертации М.Б. Козлова разрабатывается улучшенный вариант мессбауэровского спектрометра. Системы доплеровской модуляции и накопления спектра построены полностью на базе микроконтроллеров и ПЛИС. Этот новый спектрометр включил в свою функциональную структуру весь многолетний опыт мессбауэровских исследований в лаборатории.

За период 1996–2019 гг. лаборатория принимала участие в выполнении 21 научного гранта (Госкомвуза РФ, РФФИ, РНФ, программа поддержки ведущих научных школ, государственные контракты, АВЦП, ФЦП «Кадры», губернаторские гранты). Лаборатория поддерживает научное сотрудничество с аналогичными лабораториями в РФ, Чехии, Венгрии, Польше, Германии, Индии. Сотрудниками лаборатории защищено 12 кандидатских диссертаций, 1 докторская диссертация и опубликовано более 250 статей в высокоцитируемых научных изданиях.

## Радиационный контроль оборонного назначения

В.Л. Петров

Уровень прикладных разработок уральской школы люминесценции в области сцинтилляционной техники и детекторных материалов к концу 80-х гг. был настолько высок, что на них было обращено внимание ученых ВНИИП (с 1992 г. и по настоящее время Федеральный ядерный центр ВНИИТФ) Министерства среднего машиностроения СССР. С их подачи Министерством обороны РФ была предложена проблема, заключающаяся в поиске методов и средств надежного обнаружения ядерных боеприпасов, размещенных на различных носителях этого вида оружия.

Ядерные боеприпасы, создаваемые практически с середины XX в., транспортируются как специальными кораблями поддержки ВМС США типа «Маунт Бейкер», «Санта Барбара», «Комет», так и судами, не входящими в состав ВМС. По суше перемещение в места хранения выполняется наземными транспортными средствами (автомобили, железная дорога). Как правило, штатные средства транспортировки хорошо известны специалистам. Возникает интересная задача: можно ли и каким образом определить наличие ядерных боеприпасов на любых других различных носителях в процессе их перемещения, поскольку такие боеприпасы создают повышенный уровень излучения по сравнению с естественным фоном. Однако это превышение весьма незначительно, поэтому задача его регистрации как по нейтронной, так и по гамма-компоненте, становится нетривиальной. Таким образом, задача обнаружения заключается не только в применении высокочувствительных детекторных средств регистрации излучений, но и в немалой степени развитии методов обработки полученных данных с надежной оценкой результата.

В 1992 г. коллективу сотрудников кафедры экспериментальной физики под руководством профессора Б.В. Шульгина, по заказу 6-го управления Главного штаба ВМФ (в/ч 31100) была поручена ОКР «Разработка методик и средств контроля числа узлов из делящихся материалов и создание опытного образца комплекса антиинтрузивного контроля» (шифр «Архив»). ВНИИТФ участвовал в качестве соисполнителя. Параллельно по заказу того же управления в 90-е гг. выполнялись НИР «Трал»,

«Прибой», «Маяк», «Алладин». К сожалению, в связи с политическими событиями начала 90-х в 1994 г. финансирование темы «Архив» было прекращено. Но результаты, полученные при выполнении всех этих тем, были высоко оценены специалистами в/ч 31100 и послужили хорошей рекомендацией для продолжения работ по схожей тематике, но в новом направлении. И в том же 1994 г. был заключен договор по развитию новых работ.

Исторически, начиная с 1973–1974 гг. в соответствии с правительственным решением, разработкой в России комплексов специального технического контроля (СТК) дистанционного обнаружения ядерных боеприпасов для ВМФ занимался Курчатовский институт. По этой теме с 1975 г. выполнялась НИР «Советник». В рамках проекта был разработан детектор нейтронов (ДГ-1) на базе He-3 счетчиков и создан одноканальный нейтронный аппаратный комплекс, с помощью которого были исследованы нейтронные поля ряда боеприпасов. Позже был разработан более эффективный (в полтора раза) детектор нейтронов ДГ-2. В 1982–1985 гг., выполненные в рамках этого направления опытно-конструкторские работы завершились созданием опытных образцов одноканальных нейтронных комплексов специального технического контроля: «Советник-СВ» (вертолетный) и «Советник-СК» (корабельный).

Почти одновременно в 1982–1988 гг. в Курчатовском институте разрабатывался экспериментальный двухканальный вертолетный комплекс «Поклон-С», чувствительный не только к нейтронному, но и к гамма-излучению. Опытный образец двухканального комплекса успешно прошел натурные испытания на Северном флоте в Баренцевом море, и было принято решение о начале опытно-конструкторских работ комплексов СТК нового типа «Соратник». Вот как об этом сказано одним из создателей комплекса Б.А. Обиняковым в брошюре «От физики нейтрино к аппаратным комплексам для ВМФ» (НИЦ «Курчатовский институт»): «По завершении натурных испытаний комплекса «Поклон-С» в 1990 г. командованием ВМФ и руководством Минатома и Минавипрома было принято совместное решение о выполнении под научным руководством Кур-



Разработчики научно-технического и программного обеспечения для комплексов СТК по заказам в/ч 31100, в/ч 31600 и ФГУП ЗТМ: слева-направо: А.Л. Крымов, А.С. Шеин, Л.В. Викторов, В.А. Пустоваров, В.Л. Петров, А.В. Кружалов, Г.А. Кунцевич, Б.В. Шульгин и В.С. Андреев. «Команда соратников» представлена на фото на фоне флага ВМФ, которым она была награждена.

чатовского института ОКР «Соратник» с целью создания двухканального вертолетного комплекса радиационного контроля для решения широкого круга прикладных задач в военной и гражданской сферах. В ВМФ комплексы «Соратник» должны были заменить комплексы «Советник», электронное и программное обеспечение которых к тому времени устарело. Но в результате политических событий 1991–1992 гг. финансирование ОКР «Соратник» в 1992 г. прекратилось и сложившаяся кооперация предприятий-соисполнителей ОКР распалась».

Однако работы по усовершенствованию комплексов «Советник» и по созданию двухканальных комплексов «Соратник» оставались актуальными и в 1994 г. проект «Советник» ожил на Урале. Он получил финансовую поддержку как заказ для ВМФ через 6-е управление ВМФ, в/ч 31100. Головной научной организацией для выполнения этих работ был выбран Уральский государственный технический университет (ныне Уральский федеральный университет). Научными руководителями работ были назначены сотрудники кафедры экспериментальной физики физико-технического факультета профессор Б.В. Шульгин и доцент В.Л. Петров, хорошо зарекомендовавшие себя при выполнении работ по ранним заказам в/ч 31100. Разработчиком и предприятием – изготовителем опытных образцов комплексов был назначен ФГУП «Завод точной механики», г. Екатеринбург.

Систематические исследования в области создания радиационных детекторов и детекторных устройств, проводимые на кафедре экспериментальной физики позволили собрать группу исследователей, обеспечившую научно-техническое руководство и разработку программного обеспечения при выполнении работ по модернизации комплексов СТК «Советник» и созданию комплексов «Соратник».

В результате наших работ удалось оптимизировать детекторы нейтронов ДИН-02 таким образом, что их чувствительность на 30 % превзошла предыдущее поколение детекторов. Разработанное программное обеспечение с применением оригинальных алгоритмов обработки, защищенных авторскими свидетельствами, позволило решить задачи обнаружения на пределе физических возможностей.

Комплексы серии «Советник-СК-АМ» автомобильного и корабельного базирования были приняты на вооружение (Приказ Главкома ВМФ № 336, 1997 г.) и на снабжение (Приказ Министра обороны РФ № 2128, 2004 г.). Тем не менее одноканальные (только нейтронный канал) «Советники» не отвечали требованиям времени, и в 1999 г. в 12 ГУМО (в/ч 31600) принимается решение о создании комплексов СТК «Соратник» на новой современной базе с возможностью одновременной фиксации координат местонахождения комплекса и кадров видеоканала. Регистрация гамма-излучения должна была выполняться высокочувствительными счетными

детекторами и спектрометрическим трактом. Поскольку коней на переправе не меняют (да и кони оказались добрыми!), заказчик выбрал научным руководителем работ профессора Б.В. Шульгина. Была поставлена задача разработать и в кооперации с ФГУП ЗТМ изготовить опытные образцы, провести государственные испытания новой серии многоканальных комплексов СТК серии «Соратник» автомобильного, корабельного и вертолетного базирования.

Задача была успешно решена. Разработаны комбинированные (нейтронный и гамма) детекторы ДИГН-01 счетного канала, уникальный гамма спектрометр, реализована возможность получения координат комплекса во время обследования и регистрации видеокадров. В комплексах обеспечена программно-аппаратная интеграция гамма и нейтронных счетных каналов, гамма-спектрометрического канала, видеоканала и спутниковой навигационной системы, все информационные сигналы регистрируются одновременно в автоматическом режиме, осуществляется сохранение результатов радиационного контроля, координат и видеоинформации в базах данных. Программы управления базами выполняют быстрый поиск нужной записи, воспроизведение проведенного измерения и уточняющую, повторную обработку.

Генератором идей, технических решений, метрологического, методического обеспечения, разработкой программного обеспечения выступала команда соратников. Завод точной механики занимался разработкой конструкторской документации, привязкой аппаратуры к носителям (автомобиль, вертолет) и изготовлением комплекса в железе.

Все работы велись под жестким контролем военной приемки, что накладывало дополнительные требования по качеству и срокам выполнения работ. Большое внимание уделялось метрологическому обеспечению. Были разработаны, изготовлены и аттестованы на уровне Госстандарта РФ стенды для измерения эффективности регистрации нейтронов детекторами нейтронов и измерения основных технических характеристик блоков детектирования гамма-излучения.

В комплексах «Соратник» была достигнута предельно высокая дальность обнаружения имитатора ядерного боеприпаса по нейтронному и гамма-каналу – 250 м. В марте 2005 г. после успешного завершения Государственных испытаний, комплекс автомобильного базирования был принят на снабжение ВС РФ. В

настоящее время комплекс выпускается серийно. В разные годы тендеры на его изготовление выигрывали ОАО «Метео» – наследник завода точной механики (г. Екатеринбург), предприятие «Росатома» ФГУП «Приборостроительный завод» (г. Трехгорный), ООО «Гамма» (г. Екатеринбург). Производство комплексов на всех предприятиях выполняется под авторским надзором команды соратников, обеспечивающей сопровождение процесса изготовления, настройку и метрологическое обеспечение детектирующей аппаратуры, а также проведение натурных испытаний. Комплексы поставлены на Тихоокеанский, Черноморский, Балтийский и Северные флоты и в другие войсковые части МО.

Комплексу СТК вертолетного базирования повезло меньше, хотя предварительные испытания были успешно завершены в декабре 2005 г. и после устранения замечаний он был представлен на государственные испытания. В ходе проведения испытаний заявленные технические характеристики в части обнаружения источников излучения были полностью подтверждены. Однако оптико-электронная система, изготовленная на екатеринбургском заводе УОМЗ, вышла из строя, и починить ее в ходе испытаний заводчане не смогли. Кроме того, подвели вопросы эргономики, играющие едва ли не главную роль на воздушном судне. Тем не менее акт о завершении испытаний был подписан с условием устранения выявленных недостатков. К сожалению, ЗТМ избрал политику «однополярного мира», взяв на себя самостоятельное устранение замечаний, а УОМЗ заломил неподъемную цену за свое полусырое, отказавшее изделие. В печальном итоге: аппаратура, запечатанная в ящики, коротает свой век где-то на складах аэродромного обеспечения, а вертолет-носитель выполняет другие боевые задачи.

Значимым подтверждением эффективно действующей войсковой техники дистанционного обнаружения и идентификации источников гамма-нейтронного излучения разработки физтеха стали результаты обследований правительственных объектов по заданию Федеральной службы охраны: май 2006 г. – аэропорт Адлер и трасса до резиденции президента Бочаров ручей, май 2007 г. – аэропорт Курумоч, г. Самара и трасса до пансионата управления делами президента «Волжский утес», где готовилась встреча президента В.В. Путина с канцлером Германии А. Меркель. Ве-



Детекторы комплекса «Соратник-03» на вертолете Ка-27Е

дущим оператором-исследователем в обоих случаях был научный сотрудник кафедры А.С. Шеин, за что в 2007 г. был награжден медалью Министерства обороны «За укрепление боевого содружества».

Министерством обороны комплексы СТК были оценены как эффективно действующая войсковая техника дистанционного контроля, не имеющая аналогов в России, а научный сотрудник А.С. Шеин и доцент В.Л. Петров в 2008 г. были награждены медалями ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, а Б.В. Шульгин награжден почетной грамотой «Росатома» «За большой вклад в развитие атомной отрасли».

Осенью 2008 г. под руководством А.В. Кружалова и В.Л. Петрова командой соратников завершены работы (2007–2008) по изготовлению собственными силами мобильного комплекса радиационного контроля (МКРК) гражданского назначения на базе автомобиля «Газель» по заказу МосНПО «Радон». МКРК, по требованиям заказчика упрощен, по сравнению с войсковым вариантом, в нем отсутствует нейтронный канал и уменьшено количество детекторов гамма-излучения. Сборка и настройка комплекса выполнена руками команды соратников в гараже внутреннего двора физтеха! Комплекс прошел натурные испытания при обследовании объектов в Свердловской области и во время движения по трассе Екатеринбург – Москва, полностью обследованной во время движения командой: водитель-оператор



Гражданский вариант МКРК в кузове автомобиля «Газель»

А.С. Шеин, штурман-оператор Г.А. Кунцевич. После проведения приёмо-сдаточных испытаний на полигоне заказчика и обследования ряда объектов, комплекс получил высокую оценку специалистов «Радона». Особенно впечатляющими были весьма интересные результаты обследования территории Курчатовского института.

Естественным результатом научных разработок, в том числе разработок на патентном уровне, используемых в комплексах радиационного контроля, стало их внедрение в учебный процесс. В 2016 г. доцентом В.Л.Петровым подготовлен и сейчас читается новый для кафедры экспериментальной физики курс лекций «Методы и средства обнаружения делящихся материалов», а «командой соратников» на основе стендов, оборудования и макетов разработанных детекторов подготовлен для этого курса цикл лабораторных работ с соответствующим методическим обеспечением.



Детекторы комплекса «Соратник-01», установленные на поворотной платформе в КУНГЕ автомобиля КАМАЗ. Вверху видна одна из видеокамер (камера заднего борта).

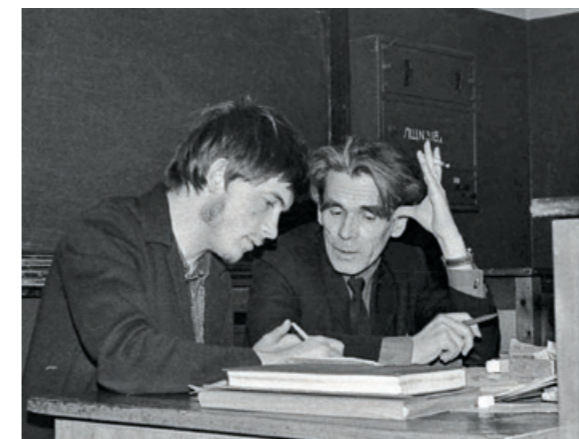
## Физика и техника низкотемпературной плазмы

А.Ф. Кокорин

В 1970 г., я – молодой выпускник кафедры экспериментальной физики по специальности 0631 «Автоматика и электроника спецпроизводств», узнал, что на кафедре, в группе доцента Перетягина Виктора Сильвестровича открываются работы с исследованиями по ракетной тематике в рамках договора с заводом имени Калинина.

60-70 гг. прошлого века были полны романтикой научных исследований по физике, перспектив завоевания космоса, развития ракетной техники. И я перераспределился с предприятия а/я 320 на кафедру экспериментальной физики Уральского политехнического института.

В начале 70 гг. появились первые хоздоговорные работы с предприятиями. Первым кафедральным договором руководила К.А. Суханова. Она же рекомендовала заключить подобный договор с заводом



Перетягин Виктор Сильвестрович (справа), основатель лаборатории «Физика и техника низкотемпературной плазмы»

им. Калинина В.С. Перетягину, кандидату технических наук, пришедшему на кафедру с электротехнического факультета УПИ. Фронтовик, прошедший в Великую Отечественную войну от рядового до офицера, на кафедре ТВН электрофака занимался вопросами тушения дуги в высоковольтных выключателях. Придя на физтех, он освоил вопросы теоретической физики, связанные с физикой плазмы. И первый хоздоговор, за который взялся В.С. Перетягин, был связан с расчётом состава плазмы, образующийся при обтекании тела сверхзвуковым потоком газа.

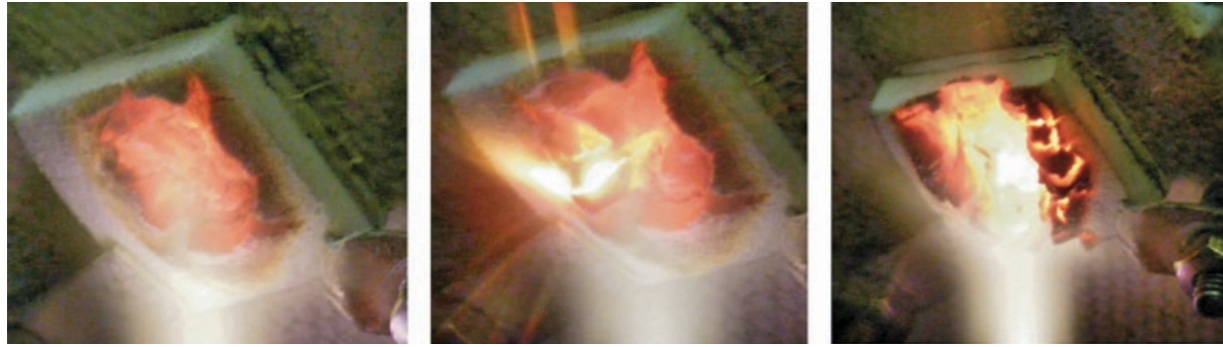
Теоретические исследования нужно было подтверждать экспериментальными проверками. Возникла идея создать собственный испытательный стенд. Благо у В.С. Перетягина уже был опыт по разработке подобного стенда. В 1966 г. им было получено совместно с выпускником кафедры В. Н. Маховым авторское свидетельство на «Устройство для ускорения ионизированной среды» с приоритетом от 10 июня 1966 г. В 1970 г. В.С. Перетягин представил доклад на III научно-технической конференции УПИ «Трёхфазный высокочастотный генератор», который задумывался как энергетический источник для испытательного стенда по физике плазмы.

Идея по созданию группы в области физики плазмы и разработки экспериментальной установки, кроме запроса от производителей, легла на благоприятную обстановку на кафедре экспериментальной физики и в целом на физтехе. В конце 60-х и начале 70-х на кафедре сложился замечательный консорциум науки и практики. Были мощные научные группы по физике твёрдого тела, люминесценции, электронике. Работали ускорители: циклотрон, электростатический генератор, бетатрон. Получили развитие вспомогательные службы: газовая станция для получения жидкого азота и сжатых газов, хорошее электроснабжение, укомплектованная мастерская, в которой можно было проводить все виды работ по механической



Кокорин Анатолий Федорович, ученик В.С. Перетягина, и хранитель традиций лаборатории.





Испытания теплозащиты низкотемпературной плазмой.

обработке и электрогазосварке. А главное, были люди-умельцы, способные выполнить всё что угодно, хоть блоху подковать! – Г.В. Пономарёв, Е.Г. Соловьев, В. Шахов, Г.И. Сметанин и другие.

Идея развития работ по физике плазмы и создания испытательного стенда была поддержана Ф.Ф. Гавриловым, заведующим кафедрой экспериментальной физики. Филипп Филиппович, при всех своих особенностях (например, студентам на экзаменах он ставил только «хорошо» и «отлично», правда, и студенты на физтехе учились самые лучшие), был настоящим стратегом. Он понимал, какие направления нужно поддерживать и развивать. Под задачи будущей лаборатории по физике плазмы было выделено помещение в цокольном этаже. И в дальнейшем лаборатория всегда находила понимание и поддержку у Ф.Ф. Гаврилова.

В апреле 1970 г. я приступил к работе под руководством В.С. Перетягина. Первый опыт по созданию установки для ускорения плазменных потоков был реализован в виде маломощной версии для обкатки основных идей для более мощной установки. Первоначально в группе по физике плазмы было 2 человека: В.С. Перетягин, руководитель и идейный вдохновитель, и я, А.Ф. Кокорин, технический исполнитель в должности инженера циклотрона (спасибо Ф.Ф. Гаврилову, выделил ставку), а затем с конца 1970 г. - ассистент кафедры. К нам постепенно присоединились студенты старших курсов кафедры экспериментальной физики - Николай Ковков, Валерий Пышный, Сергей Горинский, Александр Быков и другие.

У В.С. Перетягина была деловая хватка. На электрофаке он нашёл и заполучил в лабораторию трофейный немецкий высоковольтный трехфазный сухой трансформатор на 130 кВт, которые работает по сих пор. Также был найден замечательный

стеклянный спектрограф ИСП-67 с оптической базой 2 на 4 м и замечательной дисперсией в области фиолетовой части спектра.

Я старался не отставать и добыть на завода ОЦМ высокочастотный генератор для индукционного нагрева на 20 кВт колебательной мощности. Всё это легло в основу первой испытательной установки по получению сверхзвуковых высокотемпературных газовых потоков. На ней моделировали условия полёта в атмосфере и проводили испытания различных теплозащитных материалов и покрытий.

Все работы требовали больших материальных затрат, поэтому мы проводили одну за другой хоздоговорные работы по темам ОКБ «Новатор», возглавляемом Л.В. Люльевым при заводе имени Калинина. Выполненные работы всегда принимались без замечаний и использовались в разработках заводчан.

В рамках работ по развитию установки выполнялись усовершенствования аэродинамических ускоряющих устройств, конструкции плазмотрона для разогрева газового потока, измерительного комплекса. 1975 г. мы отработали конструкцию плазмотрона на основе использования высокочастотного дугового газового разряда. Подобного рода плазмотрон был разработан и реализован впервые в России. Были получены условия для испытаний материалов в потоках со скоростями до 2 Махов, с давлением торможения до 100 атмосфер, температурами торможения до 4–6 тыс. Кельвинов. В 1980 г. «Установка для получения высокотемпературных скоростных газовых потоков» была представлена на ВДНХ СССР и получила бронзовую медаль.

В 1972 г. совместно с дипломником Г.А. Ермолиным была создана ударная труба для исследований поведения теплозащитных материалов

в условиях набегающих потоков со скоростями больше 2,5 Махов.

К сожалению, фронтовые годы, трудности личного порядка, подорвали здоровье В.С. Перетягина, и в 1976 г. он скончался от сердечного приступа.

В это трудное время лаборатория Физики и техники низкотемпературной плазмы была поддержана заведующим кафедрой экспериментальной физики Ф.Ф. Гавриловым, деканом ФТФ П.Е. Суетиным и в значительной степени А.Р. Бекетовым. Мы вступили в содружество с группой А.Р. Бекетова, занимавшейся разработкой теплозащитных высокотемпературных материалов. Определение физических свойств этих материалов стала основной задачей лаборатории. Параллельно проходили исследования свойств ВЧ дугового разряда в различных газовых средах, отработывали оптимальную конструкцию аэродинамического стенда для испытания теплозащитных материалов и покрытий. Работы по развитию новых методов теплозащиты мы продолжали в содружестве с ОКБ «Новатор», ЦАГИ и Воткинским машиностроительным заводом.

К сожалению, до и постперестроечные годы сказались и на нашей лаборатории. Сократился коллектив, нестабильность финансирования не позволяла поддерживать работы на достойном уровне. Несмотря на все трудности, экспериментальное оборудование лаборатории находится в работоспособном состоянии. Сегодня работы продолжаются. Мы активно сотрудничаем с ОКБ «Союз» (г. Казань), с разработчиками теплозащитных материалов из Перми.

В нашем университете это испытания для группы метеоритчиков профессора В.И. Гроховского, для разработчиков огнезащитных материалов кафедры РМиНМ профессора Н.В. Обабкова, группы С. Купцова и других.

По тематике лаборатории ежегодно защищаются 1–2 дипломные работы. За последнее время через лабораторию прошли и получили отличную квалификацию многие сотрудники кафедры экспериментальной физики: Ушаков Михаил, Петренко Максим, Новиков Евгений и другие.

## Инженерное медико-биологическое образование на физтехе

И.Н. Анцыгин

Вторая половина XX в. характеризуется качественными изменениями в методах и средствах медико-биологических исследований, диагностики и терапии. К этому времени по оснащенности и насыщенности практическая медицина достигла уровня современных наукоемких производств на базе сложнейших физико-технических систем. Для эффективного использования новых медико-биологических технологий в составе медперсонала были требовались специалисты инженерного профиля с глубокой фундаментальной и физико-технической подготовкой.



Сергей Мирославович Вовк, первый руководитель биотехнического направления

В этих условиях на рубеже XXI в. для обеспечения развития и сопровождения технических средств в организациях Минздрава и на предприятиях медицинской промышленности Уральского региона назрела потребность в обеспечении планомерного притока специалистов с высшим образованием, способных эффективно решать соответствующие инженерные задачи.

В Уральском федеральном университете, на кафедре экспериментальной физики, к этому времени был накоплен опыт по разработке биомедицинской техники и технологий, а также установлены тесные связи с медицинскими учреждениями города и области:

- на базе циклотрона Р7-М моделировались технологии изготовления медицинских радиоизотопов, полимерных ядерных мембран, использования нейтронных пучков для лечения онкологических заболеваний;
- разработаны проекты по созданию центров нейтронной терапии и позитронно-эмиссионной томографии на базе университетского циклотрона;

- на микротроне М-20 выполнялись научно-исследовательские и опытно-технологические работы по обработке семян, пищевой продукции, радиационной стерилизации шовного материала;
- проводились исследования по мессбауэровской спектроскопии гемоглобина крови человека;
- разрабатывались биокинетические и дозиметрические модели действия радона и его дочерних продуктов распада, методы оценок радиационного риска;
- совместно с кафедрой стоматологии детского возраста УрГМА на Уральском оптико-механическом заводе был налажен выпуск прибора трансиллюминационной диагностики скрытых повреждений зубов с отработкой методики диагностики и внедрением прибора в поликлиники города.

Столь весомый задел послужил основой для принятия решения об открытии на кафедре экспериментальной физики нового направления обучения – «Биомедицинская техника». Основным мотором в организации этого дела стал заведующий кафедрой профессор А.В. Кружалов. Именно он сформулировал тезис: «Пора вернуться от работы только на войну (имелся в виду ядерный щит Родины) к человеку». Идею становления нового образовательного направления активно поддержали ректор университета С.С. Набойченко и С.И. Спектор, известный врач-нейрохирург и заместитель председателя правительства Свердловской области по социальной политике. В 2000 г. состоялся первый набор студентов по специальности 190600 «Инженерное дело в медико-биологической практике».

Особенности междисциплинарного характера нового направления обучения потребовали серьезно подойти к решению вопроса о кадровом обеспечении новой специальности. Коллектив направления сформировался из сотрудников кафедры экспериментальной физики физтеха: профессор А.В. Кружалов, профессор С.М. Вовк, доценты И.Н. Анцыгин и Н.Ф. Школа, аспиранты Н.С. Кузьмина и Ф.Г. Плаксин, а также кафедры иммунохимии химико-технологического факультета:

доценты Н.Н. Мочульская, Н.Е. Максимова, В.В. Емельянов. К учебному процессу удалось привлечь высококвалифицированных научных работников Уральского отделения РАН, в том числе член-корр. РАН, д.б.н., профессора В.С. Мархасина, д.ф.-м.н., профессора А.Н. Вараксина, д.т.н., профессора М.В. Жуковского, а также сотрудников медицинских учреждений: заведующего лабораторией биофизики Екатеринбургского кардиологического научно-практического центра к.ф.-м.н., доцента С.В. Яковлеву, заместителя директора Свердловского областного клинического психоневрологического госпиталя для ветеранов войн С.В. Кундиуса и врача-физиотерапевта госпиталя, к.м.н., доцента А.Б. Исупова.

Их усилиями удалось воплотить комплексный подход к развитию инженерного медико-биологического образования, который характеризовался гибким сочетанием в учебных планах дисциплин классического инженерного и биомедицинского образования, модульным принципом блокирования дисциплин основного учебного плана специальностей и специализаций, единством учебной и научно-исследовательской работы на предприятиях – производителях медицинского оборудования, в диагностических и лечебных учреждениях, развитие методической и справочной базы инженерной медицины.

Традиционный для выпускников кафедры экспериментальной физики электронно-информационный модуль подготовки (теория цепей, аналоговая электроника, импульсная электроника, цифровая электроника, микропроцессоры, компьютерные технологии, теория автоматического управления) был дополнен вновь разработанными биологическим (биология, биохимия, биофизика, теория биотехнических систем), общетехническим (технические методы диагностических исследований и воздействий, медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы, радиационные технологии биомедицинского назначения) и системным (системный анализ, медико-биологические основы радиационной безопасности, моделирование биологических процессов. Содержание каждого модуля многократно обсуждалось на методических семинарах, выстраивался общий подход к освоению дисциплин модуля. В кратчайшие сроки были созданы новые учебно-методические материалы, сформирована единая многофункциональная информационно-образовательная среда по направлению



Открытие-Презентация специальности. В первом ряду сидят (слева направо): Заместитель председателя Правительства Свердловской области С.И.Спектор, Заведующий каф. Экспериментальной физики проф. Кружалов А.В., Ректор УГТУ-УПИ проф. Набойченко С.С., Академик РАН Чупахин О.Н.

«Биотехнические системы и технологии». Высокий профессионализм, творческий подход и системность заместителей заведующего кафедрой И.Н. Огородникова и В.Ю. Иванова, ученого секретаря И.А. Малковой позволили добиться этого успеха.

Большую методическую и организационную поддержку становлению биотехнического образования на Урале оказал Учебно-методический совет при Министерстве образования РФ во главе с проф. Е.П. Попечителевым. Благодаря совету у нас установились и сохраняются дружеские и партнерские отношения с коллегами по цеху из других регионов России.

Для научной поддержки образовательного процесса в 2000 г. была открыта учебно-исследовательская лаборатория Инженерной медицины и лазерной диагностики. Руководство лабораторией принял на себя доктор технических наук, профессор С.М. Вовк, выпускник нашей кафедры. Основное научное направление лаборатории – исследование оптических свойств биотканей и разработка на этой основе оптических методов диагностики патологических новообразований молочной железы. В дальнейшем научную поддержку образовательному процессу оказывали и оказывают институты УрО РАН: иммунологии и физиологии, промышленной экологии, электрофизики.

На рубеже 2005–2006 гг., следуя реформам высшего образования в стране, подготовка технических специалистов по биомедицине была переведена на двухуровневую подготовку. В 2006 г. был осуществлен первый набор бакалавров на кафедре экспериментальной физики, а в 2010 г. начала обучение первая группа магистров по направлению



Первый преподавательский состав (слева направо) сидят: Ханжин Н.П., Мочульская Н.Н., Исупов А.Б., стоят Яковлева С.В., Журавлев В.Н., Бастрикова Н.С., Кружалов А.В., Мархасин В.С., Кундиус С.В., Анцыгин И.Н.

«Биомедицинская инженерия». Первым научным руководителем магистерской программы стал проф. В.С. Мархасин. После его безвременной кончины научное руководство магистратурой осуществляет д.ф.-м.н. О.Э. Соловьева.

Эффективная подготовка специалистов любого направления немыслима без тесной связи с предприятиями. Первыми нашими партнерами в этом отношении стали Уральский оптико-механический завод, Уральский приборостроительный завод, Госпиталь для ветеранов войн, предприятие «Фотек», Свердловский областной онкологический диспансер, ООО «Тритон-ЭлектроникС», Институт иммунологии и физиологии УрО РАН. Позже к участию в образовательном процессе присоединились Екатеринбургский консультативно-диагностический центр, клиника УРАЛДЕНТ, компания «Технологии здоровья», компания «Технолайн», МУ ГКБ № 40 и другие. Сотрудничество выстраивалось следующим образом: на младших курсах проводились экскурсии на предприятия и встречи студентов с руководителями подразделений и инженерами. Студенты постарше проходили 4–7 недельную практику на предприятиях, а на последнем этапе обучения направлялись для прохождения дипломирования на эти же предприятия. Цели наши совпадали: мы стремились дать студентам хорошее образование, не оторванное от практики и реалий производства, а предприятия имели возможность влиять на подготовку специалистов и получать себе хорошо подготовленных работников.

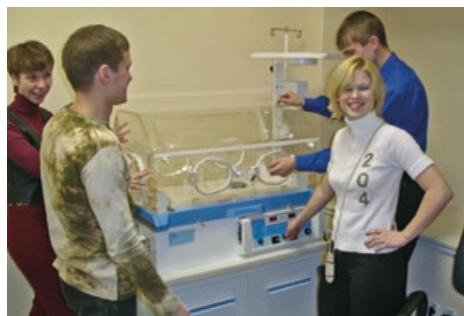
По прошествии 20 лет с момента начала подготовки инженерных кадров для биомедицины следует отметить, что физтеховский подход к организации образовательного процесса по новому направлению

в очередной раз доказал свою эффективность. К сегодняшнему дню мы выпустили 313 специалистов биотехнического направления, и что особенно приятно, большинство (более 80 %) из них работает в профессии. Более того, спрос на наших специалистов растет год от года, и не малую роль здесь играют наши выпускники, отлично зарекомендовавшие себя на производственных предприятиях, в научных институтах, в предприятиях сервиса и клиниках.

К 70-летию юбилею физтеха команда биотехнического направления укрепились собственными выпускниками: защитили диссертации и работают преподавателями И.Н. Бажукова, А.А. Баранова, М.Б. Путрик, А.С. Малыгин, А.Д. Хохлова, М.С. Киселева, Е.П. Малиновский, И.В. Аленькина. Серьезную роль в учебном процессе и в развитии научных направлений играют наши выпускники последних лет – аспиранты А.С. Набиуллина, Р.А. Вазиров, А.С. Мышкина, Е.Н. Агданцева, Т.А. Мячина, Д.В. Шмарко, В.С. Войнов.

Огромную помощь в учебном процессе и в укреплении материально-технической базы нашего направления оказывают наши выпускники, работающие в ООО «Фотек» (около 20 человек, представлены все поколения, во главе с выпуском 2005 г – А.В. Демидова, П.Н. Седова, Н.А. Соколова, А.В. Цветков), ООО «Технолайн» (А.В. Гражданкин), Компания «Дельрус» (Е.В. Коковина), 40-я ГКБ (И.С. Поливцева), ООО «Тритон-ЭлектроникС» (М.С. Киселева), УОМЗ (А.А. Чупов), Институт иммунологии и физиологии УрО РАН (А.Д. Хохлова).

Новый импульс развития научных направлений в области биотехнических технологий до ввода в строй инновационно-внедренческого центра радиационной стерилизации ФТИ. Ещё больше надежд мы связываем Национальным центром ядерной медицины.



Студенты первого выпуска (2005) Т. Новикова, Д. Кулагин, А. Демидова, А. Малыгин



Кафедра

**РАДИОХИМИИ  
И ПРИКЛАДНОЙ  
ЭКОЛОГИИ**



## Радиохимия и прикладная экология: преемственность и развитие

*А.В. Воронина, Е.И. Денисов*

Ровеснице физтеха кафедре радиохимии и прикладной экологии («правопреемнице» кафедр ХТРЭ и радиохимии ФтФ) в 2016 г. исполнилось 65 лет.

За прошедшие годы кафедра меняла свое название, статус (выпускающая и невыпускающая), но осталась верна своим научным направлениям и

очистки загрязнённых поллютантами природных вод, в том числе и питьевой воды, реабилитации загрязнённых почв и введения их в сельскохозяйственное использование. Разработанные сорбенты прошли апробацию в АО «Институт реакторных материалов» по очистке жидких радиоактивных отходов ёмкостей спецканализации от радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , альфа-излучающих



Выпускники, преподаватели и сотрудники разных лет, 2016 год

направленности подготовки студентов. На кафедре развиваются 3 научных направления:

- Сорбенты и технологии их применения для переработки жидких радиоактивных отходов, очистки радиоактивно-загрязнённых природных вод, реабилитации радиоактивно-загрязнённых территорий
- Технологии получения радионуклидов для научных и медицинских целей
- Анализ и контроль радионуклидов в природных объектах и объектах техносферы

Кафедра разрабатывает физико-химические основы синтеза тонкослойных и поверхностно-модифицированных сорбентов на основе плоских и пористых носителей с целью концентрирования жидких радиоактивных отходов предприятий,

радионуклидов при их совместном присутствии, а также по очистке почв, загрязнённых радионуклидами в результате аварии на АЭС «Фукусима». Показали свою эффективность при решении задач переработки ЖРО и реабилитации радиоактивно загрязнённых территорий. Полученные результаты нашли отражение в монографиях, изданных в издательстве Springer в 2015, 2017 и 2018 гг.





Разработанные сорбенты и фильтры, применяются для организации радиационного мониторинга окружающей среды и ликвидации последствий непредвиденных аварийных ситуаций на предприятиях химической и радиохимической промышленности, атомных станциях. Знание физико-химических и сорбционных свойств неорганических сорбентов позволяет разрабатывать методы концентрирования и разделения редких, рассеянных и радиоактивных элементов из природных и производственных растворов, а также внедрять ряд новых способов экспрессного радиохимического анализа природных и технологических объектов.

В последние десятилетия спрос на молибден-99 ( $^{99}\text{Mo}$ ) на мировом рынке изотопной продукции постоянно возрастает, так как его дочерний нуклид  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  остается наиболее широко используемым в ядерной медицине радионуклидом. Кафедра РХ и ПЭ разработала эксклюзивные технологии селективного выделения  $^{99}\text{Mo}$  с применением неорганических сорбентов марки «Термоксид», получены патенты США и РФ (совместно с ФГУП «ПО «Маяк»). Проведены испытания технологии на модельных растворах и реальных образцах. Результаты анализа, полученного Мо-99 в НИЦ «Курчатовский институт», а также в сторонних организациях (в ГНЦ РФ – ФЭИ, в бельгийском институте радиоэлементов во Флерусе, в Арагонской национальной лаборатории) свидетельствуют, что Мо-99 по всем контролируемым параметрам с запасом соответствует международным требованиям по радионуклидной чистоте.

В связи с введением новых государственных образовательных стандартов кафедра разработала основные образовательные программы по направлению «Химическая технология» для уровней подготовки бакалавриат и магистратура.

В рамках направления 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология материалов новой техники» кафедрой радиохимии и прикладной экологии ведется подготовка по траектории «Управление экологической безопасностью». Обеспечение экологической безопасности является одним из приоритетных направлений деятельности особенно в условиях сложившейся экологической ситуации и увеличения техногенного давления на окружающую среду. Сочетание базовой подготовки химиков-технологов и дисциплин, обеспечивающих

дополнительные компетенции в сфере анализа воздействия предприятий на окружающую среду, нормирования и оценки экологических рисков, выявления причин их появления позволяет разработать экологически обоснованных технологических решений для предотвращения и (или) максимального ослабления негативных последствий антропогенного и естественного воздействия на окружающую среду и обеспечения экологической безопасности. За время реализации программы бакалавриата по направлению 18.03.01 подготовлено 25 бакалавров, 19 из которых продолжили обучение в магистратуре.

Магистерская программа «Управление экологической безопасностью радиохимических технологий» направления подготовки 18.04.01 «Химическая технология» формирует компетенции в сфере радиохимических технологий и технологий с радиозэкологическими аспектами, а также современных методов и технологий обеспечения их экологической безопасности. Построена на основе модульного подхода, имеет две образовательных траектории, что даёт возможность выбора изучаемых модулей с учетом интереса обучающихся и потребностей конкретных предприятий и организаций. В рамках траектории «Радиохимические технологии в ядерном топливном цикле и ядерной медицине» изучаются радиохимические технологии ядерного топливного цикла, технологии производства радиоактивных изотопов, методы радиационной безопасности, обращения с радиоактивными отходами, инновационные методы радиохимического анализа. В рамках траектории «Технологии обеспечения



XVIII Областной конкурс 2015 года на лучшую научную работу студентов высших и средних специальных учебных заведений Свердловской области «Научный Олимп» по направлению «Технические науки»

экологической безопасности»: технологии обеспечения экологической безопасности атмосферы и гидросферы, обращение с техногенными и бытовыми отходами, радиозэкологические аспекты добывающих и перерабатывающих отраслей, экологический и радиозэкологический мониторинг, поведение загрязнителей в окружающей среде. За время реализации программы магистратуры подготовлено 23 магистра, включая выпуск 2019 г., 4 выпускника продолжили обучение в аспирантуре на кафедре.

Качество образования на кафедре РХиПЭ находит подтверждение в научных успехах ее выпускников:

*Семенов В.С. (молодой ученый, к.х.н., доцент кафедры)*

- почетный диплом и медаль имени Лейбница за вклад в науку от европейской академии естественных наук (Europäische Akademie der Naturwissenschaften, Hannover) (2014);

- стипендиат стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики на 2016–2018 гг.;

- почетная грамота от министра общего и профессионального образования Свердловской области (2014);

- благодарственные письма ректора УрФУ (2014), Оргкомитета XX Менделеевского съезда (2016), директора Департамента молодежной политики Свердловской области (2017).

*Блинова М.О. (молодой ученый, к.х.н., доцент кафедры)*

- диплом лауреата Международного конкурса научно-исследовательских и дипломных работ молодых ученых и студентов «Чистая вода России» (2013);

- диплом 1 степени Международного конкурса научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов «EURASIA GREEN» (2013);

- премия Министерства образования и науки РФ (2013);

- диплом за лучшую научную работу на II Международной конференции «Актуальные проблемы радиохимии и радиозэкологии» (2014);



Вручение стипендии первого Президента России Б.Н. Ельцина, Блинова М.О. (справа)

- диплом за лучшую научную работу на III Международной конференции «Актуальные проблемы радиохимии и радиозэкологии» (2017);

- индивидуальный грант РФФИ для молодых ученых «Мой первый грант» (2016–2017);

- почетная грамота ректора УрФУ за высокие достижения в научно-исследовательской работе (2018).

*Куляева И.О. (студент, аспирант)*

- третья премия и диплом XVIII Областного конкурса 2015 года на лучшую научную работу студентов высших и средних специальных учебных заведений Свердловской области «Научный Олимп» по направлению «Технические науки»;

- диплом за лучший стендовый доклад на II Международной молодежной конференции: Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2015;

- первое место в конкурсе научных работ молодых ученых в области радиохимии и радиозэкологии, посвященный 65-летию юбилею кафедры РХ и ПЭ, 2016 г.

*Томашова Л.А. (студент, аспирант)*

- второе место в конкурсе научных работ молодых ученых в области радиохимии и радиозэкологии, посвященный 65-летию юбилею кафедры РХ и ПЭ, 2016 г.;

- первая премия на XX Областном конкурсе НИРС учреждений высшего и среднего образования Свердловской области «Научный Олимп» (2017);

- диплом за лучший устный доклад на IV Международной конференции ФТИ-2017 (2017);



Победитель XX Областного конкурса НИРС учреждений высшего и среднего образования Свердловской области «Научный Олимп» Томашова Л.А.

- диплом за лучшую студенческую научную работу на III Международной конференции «Актуальные проблемы радиохимии и радиозэкологии» (2017).

*Орлов П.А. (студент)*

- диплом за лучший стендовый доклад на IV Международной молодежной научной конференции: Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2017;
- диплом за лучшую студенческую научную работу на III Международной конференции «Актуальные проблемы радиохимии и радиозэкологии» (2017);
- диплом за лучший стендовый доклад на V Международной конференции ФТИ-2018 (2018).

*Зенкова К.И. (студент)*

- диплом за лучший стендовый доклад IV Международная молодежная научная конференция: Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2017.
- диплом за лучшую студенческую научную работу на III Международной конференции «Актуальные проблемы радиохимии и радиозэкологии» (2017).
- грамота за лучший стендовый доклад XXV Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (2018).

Выпускники кафедры обоих уровней подготовки востребованы работодателями. Особенно тесные связи установились на кафедре с АО ИРМ, ФГБУ РосНИИВХ и НПП «Экосорб», где студенты не только проходят практику и выполняют выпускные квалификационные работы, но и работают в дальнейшем. В настоящее время в ФГБУ РосНИИВХ работает 5 выпускников кафедры радиохимии и прикладной экологии, в АО ИРМ (г. Заречный) 5 выпускников магистратуры. Темы их диссертационных работ были связаны с решением научных и технологических проблем института реакторных материалов, результаты работ были доложены на научно-техническом семинаре предприятий ГК «Росатом» в АО ИРМ, некоторые были внедрены на предприятии.



## Международная научно-техническая конференция и школа для молодых учёных «Актуальные проблемы радиохимии и радиоэкологии»

*А.В. Воронина*

Событием с большой буквы в жизни кафедры радиохимии и прикладной экологии ФТИ является Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы радиохимии и радиоэкологии», которая проводится 1 раз в 3 года. Почётным председателем конференции выступает академик РАН Б.Ф. Мясоедов, председатель Межведомственного научного совета по радиохимии при Президиуме РАН и ГК Росатом. Сопредседатели конференции – зав. кафедрой радиохимии и прикладной экологии УрФУ, к.х.н. А.В. Воронина и член-корреспондент РАН, зав. кафедрой радиохимии МГУ С.Н. Калмыков. В рамках конференции традиционно происходит обмен результатами научных исследований по проблемам радиохимии, радиоэкологии и радиохимической технологии, привлечение интереса широкого круга студентов и аспирантов, поощрение творческой активности молодых инженеров и технического персонала отраслевых и академических институтов.

Конференция выгодно отличается от других форумов чтением лекций известными российскими и зарубежными учеными по приоритетным направлениям развития ядерных науки и технологий, в частности фундаментальным вопросам и технологиям атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами, реабилитации радиоактивно загрязнённых территорий.



Мастер-класс по радиохимическому анализу доктора Штеффена Хаппела (Triskem International, Франция)

В рамках конференций работают секции секций: фундаментальные аспекты радиохимии; радиохимические технологии, обращение с радиоактивными отходами; радиохимический анализ; поведение радионуклидов в объектах окружающей среды (формы существования, миграция, методы реабилитации радиоактивно загрязнённых территорий); радиофармацевтическая химия; вопросы образования в области радиохимии, радиоэкологии и радиационной безопасности.

Первая научно-техническая конференция «Актуальные проблемы радиохимии и радиоэкологии» со школой для молодых учёных была проведена в Уральском федеральном университете 9–11 ноября 2011 г. и приурочена к 60-летию кафедры радиохимии и прикладной экологии. В работе конференции приняли очное участие 106 участников, заочное участие – более 50 из 40 российских и зарубежных организаций.

Вторая конференция была проведена в Уральском федеральном университете с 10 по 14 ноября 2014 г. В конференции приняли очное участие 135 участников (из них 102 молодых участника), заочное участие – более 50. Участниками конференции являлись представители 38 российских и зарубежных организаций.

Третья конференция – с 15–17 ноября 2017 г. В третьей конференции приняли участие 103 участ-



Лекция старшего научного сотрудника института радиоэкологии и защиты от излучений университета Ганновера (Германия) доктора Дармендры Гупты





На лекции заведующего лабораторией хроматографии радиоактивных элементов ИФХЭ РАН д.х.н. В.В. Милютин

ника (из них 71 участник - студенты, аспиранты и молодые учёные) из 24 организаций: УрФУ (г. Екатеринбург), МГУ (г. Москва), Санкт-Петербургского государственного университета, Томского политехнического университета, ОИЯИ (г. Дубна), ФГБУН Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН (г. Москва), ФГУП «ПО «Маяк» (г. Озёрск), АО «Институт реакторных материалов» (г. Заречный), Института химии твёрдого тела УрО РАН (г. Екатеринбург), ООО НПП «Эксорб» (г. Екатеринбург), ФГУП Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России (г. Москва), Института геологии и минералогии (г. Новосибирск), ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Забабахина» (г. Снежинск), Всерос-

сийского научно-исследовательского института радиологии и агроэкологии (г. Обнинск), ФГУП ЮУриБФ ФМБА (г. Озёрск), Института ядерных исследований РАН (г. Москва), Института химии ДВО РАН (г. Владивосток), Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск), АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (г. Обнинск), филиала «Институт радиационной безопасности и экологии» Национального ядерного центра РК (г. Курчатов, Казахстан), Харьковского национального университета (Украина), ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований Сосны» НАН Беларуси (г. Минск), Nature Research Centre (Литва), Института радиоэкологии и защиты от излучений университета Ганновера (Германия).



## Молодежь перенимает опыт

Озерск на конференции представила делегация ПО «Маяк» и ОТИ НИЯУ МИФИ

**В ноябре в УрФУ прошла III Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы радиохимии и радиоэкологии» со школой для молодых учёных.**

Конференция проводится раз в три года. Почётным председателем ее выступил академик РАН Борис Мясоедов — председатель Межведомственного научного совета по радиохимии

при Президиуме РАН и Госкорпорации «Росатом». Цель конференции — обмен результатами научных исследований по проблемам радиохимии, радиоэкологии и радиохимиче-

ской технологии, привлечение интереса широкого круга студентов и аспирантов, поощрение творческой активности молодых инженеров, работающих в Росатоме или вузах. Из 103 участников 71 человек — студенты, аспиранты, молодые учёные из 24 организаций. Озёрск представляла делегация ПО «Маяк» и ОТИ НИЯУ МИФИ.

— Мой доклад касался проблем осветления раствора ОЯТ ВВЭР-1000, — рассказал кандидат химических наук, инженер радиохимического завода Анатолий Мелентьев. — В растворе топлива, поступающего из аппарата-растворителя, присутствуют различные нежелательные примеси и взвеси. Для обеспечения бесперебойной работы дальнейших стадий переработки ОЯТ важно добиться качественного осветления раствора. Этой проблемой сотрудники опытно-технологической группы завода, цеха 2, заводской лаборатории и ЦЗЛ занимаются с 2015 года, и данная тема особенно актуальна для радиохимического производства «Маяка».

— Наша технологическая лаборатория ЦЗЛ подготовила на конференцию четыре доклада, — отметил руководитель лаборатории кандидат химических наук Александр Машкин. — Выступления вызвали интерес слушателей. Мне хотелось бы отметить лекции профессора Виталия Витальевича Милютин как один из наиболее ярких моментов конференции. Но было и то, что опечалило нас. Например, общаясь с учёными из Казахстана и Германии, мы поняли, что они ничего не знают об ОНИС, о той колоссальной научной базе, которая наработана здесь в течение нескольких десятилетий. Тем не менее ценность конференции в том, что молодые учёные, радиохимики и радиоэкологи перенимали опыт старших поколений.

**Текст: Екатерина ТИМОФЕЕВА  
Фото: Анатолий МЕЛЕНТЬЕВ**

Статья о конференции в газете «Вестник Маяка»



Участники конференции



Кафедра радиохимии и прикладной экологии (2014 г.)



Кафедра

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ  
ФИЗИКИ И  
ПРИКЛАДНОЙ  
МАТЕМАТИКИ**

## Первые годы кафедры теоретической физики

*Т.Г. Рудницкая (Изюмова)*

Осенью 1957 г. после окончания УрГУ я поступила на кафедру теоретической физики физико-технического факультета. С того времени и до настоящего момента эта кафедра – моя судьба, а физтех – мой родной дом.

Кафедре тогда было 4 года, так как в 1953 г. Г.В. Скроцкий стал заведующим еще не существующей кафедры теоретической физики на ФТФ УПИ. С этого момента она находилась в состоянии, если можно так выразиться, бурного развития.

На кафедре было четыре теоретика: два мэтра - сам заведующий Г.В. Скроцкий и П.С. Зырянов, и молодые талантливые выпускники института А.А. Кокин и В.М. Елеонский. Г.В. Скроцкий был убежден, что успешная теоретическая деятельность возможна лишь на хорошей экспериментальной основе, и он затратил много усилий по организации на кафедре теоретической физики экспериментальных исследовательских лабораторий магнитного резонанса и квантовой электроники, а также учебных лабораторий электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, атомной физики. В этих лабораториях работали превосходные экспериментаторы А.И. Филатов, А.Д. Витюков и владелицы рентгена и электронного микроскопа А.К. Штольц и О.К. Шабалина.

Осенью 1957 г. кафедре полагалось одно место в аспирантуре, которое предназначалось работавшему под руководством Г.В. Скроцкого и окончившего УрГУ 4 года назад Л.В. Курбатову - он работал эти годы по распределению на кафедре физики Мединститута. У меня же никакого распределения не было: мой муж Ю.А. Изюмов был в аспирантуре в Институте физики металлов, и у нас уже был годовалый сын. Не помню уже, кто надоумил меня подать документы в аспирантуру на ФТФ. Можно представить себе, какой пристрастный экзамен был нам устроен теоретиками кафедры. Но мы его выдержали оба! Тогда Г.В. Скроцкий добился, что кафедре дали еще одно место в аспирантуру, и нас обоих приняли. И началась наша незабываемая жизнь на кафедре.

Атмосфера на кафедре теоретической физики 50– 60-х гг. – творческая, жизнерадостная, остроумная. И прежде всего такой тон задавали

наши патриархи - сам заведующий Г.В. Скроцкий и П.С. Зырянов.

Павел Степанович Зырянов прошел всю Отечественную войну от Курской дуги и до конца. Как он сам говорил о себе в этот период «годен, но не обучен». Обучаться он затем поступил а аспирантуру в МГУ, в 1954 г. защитил кандидатскую диссертацию и приступил к работе на нашей кафедре сначала в должности старшего преподавателя, а затем был переведен на должность доцента. С приходом Павла Степановича на кафедру, в силу его дружеских связей с яркими молодыми представителями всемирно известных теоретических школ И.Е. Тамма (В.П.Силиным, А.А.Рухадзе) и Н.Н. Боголюбова (С.В. Тябликовым, Д.Н. Зубаревым, Ю.А. Климонтовичем), исчезла опасность провинциализма. Необычайно своеобразный подход к научным проблемам, способность видеть основные и наиболее перспективные направления в науке позволили ему выполнить большое количество работ по теории многих тел, теории металлов, обобщению уравнения Хартри на нестационарные состояния, которые получили широкую известность как в нашей стране, так и за рубежом. Большое значение Павел Степанович придавал и педагогической деятельности. Его лекциям был характерен сдержанный и простой стиль без излишней формализации и упрощенчества. Он всегда стремился объяснить суть проблемы.

Лекции же Г.В. Скроцкого блистали артистизмом, не мешавшему глубокому и доходчивому изложению материала. На кафедре был введен порядок: все молодые преподаватели и аспиранты регулярно обменивались между собой читаемыми курсами. Так и получилось, что каждый из нас со временем прочитал все курсы теоретической физики; мне также довелось читать еще и теорию групп, теорию ЯМР и ЭПР, квантовую радиофизику.

Образование единого дружного коллектива теоретиков и экспериментаторов позволило развернуть уже в 1957 г. большую хозяйственную научную работу.

Между сотрудниками кафедры сформировались исключительно теплые дружеские отношения. На кафедре действовал постоянный научный семинар, на котором обсуждались как работы самих

сотрудников, так и другие научные новости. Сам же Георгий Викторович постоянно вывозил своих аспирантов и молодых сотрудников «для знакомства» в другие научные центры. Куда только ни попадали мы с ним! Это были и семинары в Институте физических проблем у Л.Д. Ландау и Н.Н. Боголюбова (г. Москва), в Институте химфизики академии наук (я даже делала там однажды доклад), в г. Дубна, Казань и Тбилиси. Ездили целыми компаниями по 4–5 человек, что лишний раз способствовало установлению дружеских отношений между нами.

Чтобы немного отдохнуть и разрядиться народ частенько спонтанно собирался в кабинете Г.В. Скоцко для «трепа», который обычно сопровождался разными шутками и хохотом. Часто на кафедру приходил «потрепаться» с друзьями-физиками и знаменитый генетик «Зубр», Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский. Каких только интересных встреч ни было в его сложной биографии! Например, Нильс Бор подарил ему портсигар, и он угощал нас сигаретами из этого портсигара. А еще ему довелось танцевать танго с «соплей» – актрисой, игравшей главную роль в фильме «Индийская гробница». Шутки шутками, но по его инициативе были сделаны П.С. Зыряновым работы по квантово-механической теории гомологической аттракции и конвариантной редубликации хромосом.

Одним из любимых учеников П.С. Зырянова стал Владимир Маркович Елеонский, талантливый физик–теоретик. Трудно поверить, но еще в 1950-м году первокурсник Володя Елеонский заявил о себе. В то время, в разгар борьбы с идеализмом в органической химии, которая коснулась и видных ученых нашего института З.В. Пушкаревой и И.Я. Постовского, на студенческой конференции, где критиковали идеалистическую реакционную теорию резонанса Полинга, выступил Елеонский. Он уже тогда свободно ориентировался в квантовой механике, и он показал, что эта теория представляет собой вариант общепризнанной теории возмущений квантовой механики, приспособленной для расчета химических связей в органических молекулах, и нападки на нее философов–материалистов являются просто безграмотными.

С большим сожалением приходится сказать, что в середине 60-х годов произошла «диффузия» интеллекта с кафедры на запад. Г.В. Скоцкому было необходимо изменить климат по состоянию здоровья, и он перешел в МФТИ. Вслед за ним Елеонский и Кокин переехали работать в Зеленоград. Там уже они состоялись как большие, имеющие всеобщую известность ученые, а П.С. Зырянов возглавил лабораторию кинетических явлений в ИФМ.



Семинар на кафедре Теоретической физики (1958 г.). В.М. Елеонский, Т.Г. Рудницкая (Изюмова), Г.В. Скоцкий, А.А. Кокин и П.С. Зырянов

## Слово о человеке, замечательном физике-теоретике Владимире Марковиче Елеонском

*И.М. Жданов, А.А. Кокин*

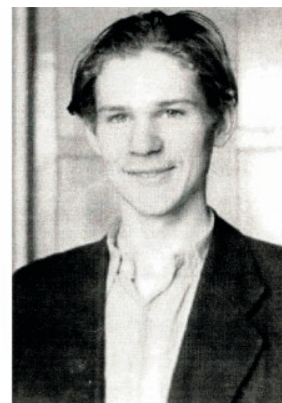
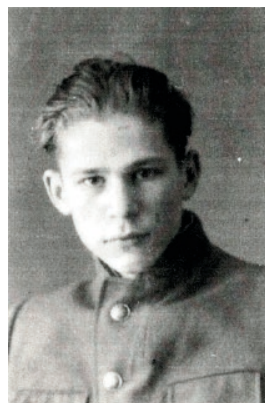
Владимир Маркович Елеонский родился 30 апреля 1931 г. в г. Ржеве в семье военнослужащих. Школьные годы провел в основном в г. Свердловске, где начал увлекаться одновременно минералогией и физикой. Именно в школьные годы он полюбил физику и стал инициатором любви к физике для многих своих друзей и одноклассников. Следует отметить, что незадолго до этого в 1945 г. американцы взорвали атомные бомбы над Японией, и ученые начали активную, но тогда еще неизвестную школьникам (и не только), работу в рамках Советского атомного проекта. Владимир Маркович раньше обнаружил, что много интересных статей, связанных с последними достижениями атомной физики, содержится в таких журналах, как «Природа», «Наука и Жизнь», «Физика в школе» и др. В результате образовался небольшой кружок друзей по интересам, где он и его друзья с увлечением обменивались найденными материалами.

После окончания восьмого класса Владимиру Марковичу пришлось вместе с семьей уехать с Урала в Закарпатскую область, куда была переведена его мать, работавшая в военной организации. Он продолжал активно переписываться с некоторыми своими друзьями. В то время Владимир Маркович столкнулся с большим количеством трудностей. В первое время он тяжело переживал расставание с близкими. Но, несмотря ни на что, его характер закалялся в непрерывной внутренней работе над собой, в крепнущей любви к науке и в желании посвятить ей всю свою последующую жизнь.

Владимир Маркович был безразличен к проявлениям внешней активности, он был полностью поглощен своей работой. Вместе с тем его формальное отношение к некоторым техническим дисциплинам (типа сопромата и черчения) и слабое участие в комсомольской жизни приводило иногда к проблемам. Их удавалось благополучно избегать лишь благодаря мудрому вмешательству декана, незабвенного Евгения Ивановича Крылова, отлично чувствовавшего потенциальные возможности Владимира Марковича. Также часто его защищали его друзья. Зато в вопросах современной физики он уже тогда был на голову выше всех! В частности, уже на

первом курсе вполне владел методами квантовой механики, которую по учебной программе должны были изучать лишь на третьем-четвертом курсах.

В 1950 г. на городской студенческой научной конференции Владимир Маркович Елеонский делает доклад, в котором показывает, что так называемая теория химического резонанса Л. Паулинга является просто одним из вариантов вариационных методов, широко используемых в квантовой механике. Это было знаковое выступление, потому что в тот же период за использование теории Паулинга (будущего лауреата Нобелевской премии по химии и Нобелевской премии мира) были гонимы доморощенными борцами с идеализмом известные химики-органики



В.М. Елеонский, ученик 8-го класса (слева) и студент физтеха (справа)

страны. К счастью, на факультете нашлись достойные люди, благодаря которым выступление студента Елеонского осталось без последствий.

В 1953 г. на факультете была организована самостоятельная кафедра теоретической физики во главе с 38-летним доцентом Георгием Викторовичем Скроцким. Тогда же на кафедре приступил к работе недавно защитивший кандидатскую диссертацию талантливый физик-теоретик и весьма неординарный человек, участник Отечественной войны, выпускник Уральского университета доцент Павел Степанович Зырянов. Два таланта, доцент П.С. Зырянов и студент В.М. Елеонский, быстро нашли друг друга. Бесконечные обсуждения разных

научных и не только научных проблем сделали их близкими друзьями на всю жизнь. Влияние П.С. Зырянова на формирование В.М. Елеонского как физика-теоретика было исключительно велико.

Под руководством П.С. Зырянова Владимир Маркович в 1955 г. выполнил дипломную работу по теории электронной плазмы твердого тела, получил квалификацию инженера-физика и был оставлен на кафедре, временно в должности старшего лаборанта (других вакантных должностей, как и аспирантских мест, тогда на кафедре не было). В это время сдавался новый корпус для физико-технического факультета. Мы все занимались обустройством полученных помещений.

Вскоре в должности ассистента а затем и старшего преподавателя Владимир Маркович начинает читать студентам третьего и четвертого курсов лекции по атомной физике, отдельным курсам теоретической физики, уже тогда проявляя незаурядное педагогическое мастерство. Несмотря на небольшой разрыв в возрасте его как преподавателя и студентов, он пользовался у последних заслуженным уважением.

Педагогическая нагрузка, требовавшая у молодого старшего преподавателя В.М. Елеонского достаточно больших усилий при подготовке лекций, совмещалась с интенсивной и плодотворной научной работой. Совместно с П.С. Зыряновым в журналах ЖЭТФ и ФММ в 1956–1958 гг. им было опубликовано около десятка работ по отдельным вопросам теории многих взаимодействующих частиц и приложений к физике магнитных и электрических явлений в металлах.

В это время Г.В. Скоццкий начал активную работу по организации необычных для кафедр теоретической физики экспериментальных исследовательских лабораторий электронного парамагнитного и ядерного магнитного резонанса (ЭПР и ЯМР), квантовой электроники, а также учебных лабораторий электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа и атомной физики, в которых мы, преподаватели-теоретики и аспиранты, наряду с экспериментаторами вели студенческий практикум. Все это позволило уже в 1957 г. развернуть большую хозяйственную научную работу, в том числе и по заданию правительства, что, в свою очередь, позволило оснастить лаборатории

современным оборудованием. Душой этих работ был Г.В. Скоццкий. Все работали с увлечением.

Рабочий день не ограничивался 8 часами. Часто можно было застать на кафедре людей и позднее 10 часов вечера. Правда, тогда почти ни у кого не было отдельной квартиры – кое-кто жил в общежитии, и дома нас не ждал телевизор. Позднее для решения жилищных проблем с общего согласия мы стали отдавать часть своего хозяйственного заработка в фонд покупки кооперативных квартир. Так было куплено несколько квартир для безквартирных молодых семейных сотрудников кафедры.

В лабораториях кафедры, начиная с III курса, активное участие в научно-исследовательской работе стали принимать студенты, которые погружались в атмосферу целенаправленного и увлеченного труда, царившую тогда на кафедре. Всячески поощрялась инициатива и самостоятельность. Эта деятельность затем заканчивалась дипломными работами и нередко публикациями и изобретениями. К нам приходили с других факультетов и институтов, приезжали из других городов, в том числе и из Москвы и Ленинграда, и восхищались тем, что видели у нас: просторные помещения, отличное оборудование, деятельный коллектив.

Кандидатская диссертация на тему «К теории коллективных движений в квантовых системах» была подготовлена В.М. Елеонским минуя аспирантуру и успешно защищена им в сентябре 1959 г. Это была первая диссертация, выполненная на кафедре.

Защита проходила в конференц-зале Уральского государственного университета на заседании ученого совета университета, который в то время был единым для всех специальностей: и физиков, и математиков, и экономистов, и историков. По-видимому, учитывая это, Владимир Маркович решил максимально упростить свое выступление. Плакаты и слайды тогда еще не использовались. Была только небольшая доска и мел. На доске он изобразил две кривые: одна плавная, регулярная, а другая нерегулярная, хаотическая. В выступлении он пояснил, что диссертация посвящена теории выделения в системе многих частиц коллективных (регулярных) и индивидуальных (хаотических) степеней свободы, что и изображают две нарисованные кривые, а для более подробного доклада положенных 20 минут ему не хватит. Выступление продолжалось не более 5 минут. Воцарилась пауза. Затем выступил

профессор Сергей Васильевич Вонсовский (позднее академик, председатель Президиума УрНЦ АН), бывший одним из его оппонентов, и более 20 минут объяснял, что же было сделано в диссертации, какое значение имеют полученные результаты и где они опубликованы. Ученый совет облегченно вздохнул и проголосовал за присуждение В.М. Елеонскому искомой ученой степени.

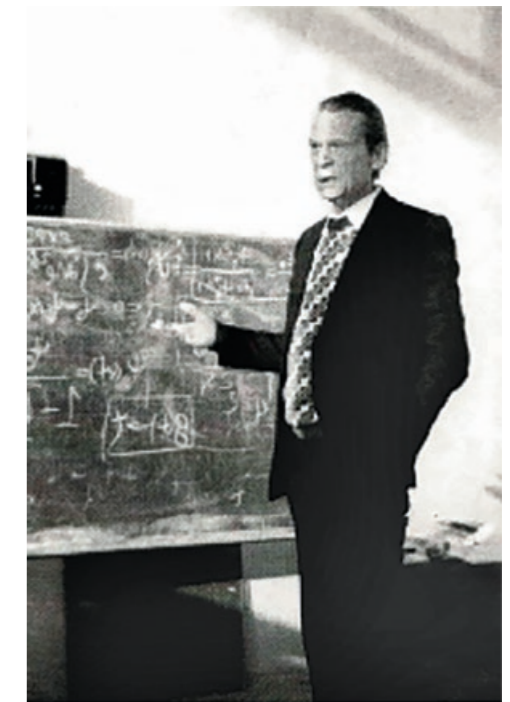
На кафедре были освоены практически все курсы теоретической физики, которыми молодые преподаватели и аспиранты регулярно обменивались между собой. Такой порядок был заведен на кафедре. Сам Г.В. Скоццкий тоже регулярно обменивался читаемыми курсами. В результате каждый преподаватель при необходимости в любой момент мог подменить своего коллегу без срыва учебного процесса. Содержание лекций постоянно обновлялось, и это требовало кропотливой непрерывной работы над материалом, в ходе которой приходилось регулярно изменять объем и способ изложения отдельных разделов курса, а также дополнять его новым материалом. Это очень способствовало повышению нашей научной и педагогической эрудиции. Мы не жалели времени для общения со студентами. Принимать экзамены по всем читаемым курсам обычно отправлялась целая «карательная команда» из двух-трех человек. Разрешалось пользоваться при подготовке ответа любой литературой, но зато и беседа с каждым студентом продолжалась иной раз час и более. От услуг совместителей кафедра полностью отказалась.

Большую роль в влиянии на широту интересов В.М. Елеонского сыграло также его общение с С.В. Вонсовским, В.П. Силиным и с другими известными физиками-теоретиками. Особо следует отметить ту взаимную симпатию и дружбу, продолжавшуюся до последних лет жизни с Н.В. Тимофеевым-Ресовским, который в тот период организовал биологические школы в Ильменских горах. По воле судеб позже он оказался соседом у В.М. Елеонского по лестничной площадке, что способствовало их сближению и плодотворному общению с обсуждением самых разных тем. Владимир Маркович вспоминает: «Соседская жизнь наша была спокойной и доброжелательно ненавязчивой, однако резко изменялась в периоды, когда Н.В. либо сам, либо по совету П.С. (Зырянова, А.А.К.), обращался ко мне за профессиональной помощью (как к «теоретическому физическому») по поводу новых работ

И.Р. Пригожина, некоторых работ по теории нелинейных явлений (в частности, теоремы Корзухина) и другим подобным вопросам».

В январе 1961 г. благодаря усилиям С.В. Вонсовского на Урале была организована I Всесоюзная зимняя школа физиков-теоретиков. В ней участвовало 46 человек из Свердловска, Москвы, Ленинграда, Харькова, Киева, Донецка. Самому старшему С.В. Вонсовскому было только 50 лет. Она проходила на турбазе «Коуровка», на берегу р. Чусовой, в очень живописном месте, и продолжалась 12 дней. Там проходили и последующие четыре «Коуровки». Условия проживания на этих «Коуровках» (как позже и на некоторых других) были чисто спартанские. В одной комнате проживало несколько человек. Отопление было дровяное, теплой воды не было, удобства были на улице, а морозы в те годы достигали 40 градусов. Основной темой на I-ой школе тогда были бурно развивавшиеся квантово-полевые методы в теории твердого тела. Лекции читали В.Л. Бонч-Бруевич, С.В. Тябликов и др.

Такие школы стали проходить регулярно сначала ежегодно, затем через год в разных живописных местах Урала и Предуралья. Независимо от места проведения все они назывались «Коуровка». В.М. Елеонский принимает самое активное участие



В.М. Елеонский на семинаре в НИИ Физических Проблем в 2000 г.

в работе этих школ, там и начинают завязываться его научные и человеческие связи с коллегами – «теоретическими физиками» других городов страны. Неоднократно выступали в «Коуровках» со своими лекциям С.В. Тябликов, В.Л. Бонч-Бруевич, В.П. Силин, А.А. Рухадзе, Д.Н. Зубарев, А.М. Косевич, М.А. Леонтович, Л.В. Келдыш, В.Г. Барьяхтар, Ю.А. Изюмов, Е.А. Туров. Молодые теоретики могли на них наиболее доступным образом, как говорится, из первых рук узнавать о современных проблемах и достижениях не только в теории твердого тела, но в других смежных областях науки. Выступал на них и В.М. Елеонский.

В 1964 году закончился уральский период деятельности В.М. Елеонского. Он переехал с семьей в Зеленоград (административный округ города Москвы) и приступил к работе в теоретическом отделе Научно-исследовательского института физических проблем им. Ф.В. Лукина, задачей которого было исследование новых перспективных направлений в микроэлектронике. Владимир Маркович активно включился в новую для него область – в исследование нелинейных процессов в полупроводниковых и магнитных структурах. Он изучает условия распространения установившихся и уединенных нелинейных волн. В 1977 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Структура электромагнитных волн в нелинейных средах».

Круг научных интересов В.М. Елеонского постоянно расширяется. Он охватывает такие области теоретической и математической физики, как теория нелинейных колебаний, нелинейной оптики, теория самолокализации, теория самосфокусированных волн, нелинейные явления в магнитных системах, нелинейные спиновые волны, теория цилиндрических магнитных доменов, солитонные решения.

В качестве профессора он до последних дней читал лекции студентам по нелинейной физике, на кафедре микроэлектроники МФТИ, базирующейся в Зеленограде, продолжая демонстрировать высокое мастерство лектора, заложенное еще на Урале. Часть из этих студентов стали затем сотрудниками его лаборатории и коллегами по работе.

Отличительной чертой научных работ Владимира Марковича является исключительная физическая ясность и математическая строгость постановки задач и предельная простота методов решения. Богатый опыт, накопленный в результате разносторонней деятельности, сформировал у него широкий кругозор, способность выделять существенное от несущественного, определять наиболее перспективные направления в науке.

У Владимира Марковича было особое отношение к окружающему миру, характерное скорее для эпохи Возрождения, а не для нашего времени, когда правилом стали узкая специализация в науке и прагматическое отношение к ней. Те проблемы, над которыми он работал, он воспринимал как естественную часть окружающего мира, а их красота для него была частью красоты этого мира. Для него была важна не только математическая сложность проблемы или ее практическая важность, а еще и чисто зрительная красота результата, та красота, которая чувствуется в хорошо сделанной вещи, в картине мастера. Неудивительно, что его последние работы были посвящены анализу решений нелинейных уравнений, описывающих двумерные периодические распределения поля, которые он сам называл «узорами». Это важная и современная наука, нетривиальная математика, но когда он докладывал результаты, создавалось ощущение, что иногда он просто любит получать картинку – а мы ни на секунду не переставали наслаждаться красотой его блестящего ума.

## Кто он, Георгий Викторович Скроцкий?

А.А. Кокин, Л.Н. Пушкина

Прошедший XX в., при всей его трагичности для человечества, был золотым веком для физики. Георгий Викторович Скроцкий прожил в этом веке интересную, богатую бурными историческими и научными событиями жизнь, активным участником многих из которых он был до последних дней.

Оглядываясь в прошлое, мы все полнее понимаем незаурядность и неповторимость этого человека, все полнее оцениваем положительные черты его характера, отношения к людям. Эта история посвящена тому, в каких условиях формировалась личность Г.В. Скроцкого, какие отношения складывались у него с окружающими людьми, как формировалась его личность как Ученого, Педагога, Человека и Гражданина.

...А жизнь у него была совсем непростая. Родиться его угораздило преждевременно, 11 января 1915 г., у линии фронта в маленьком городке Проскурове, когда мама во время 1-й мировой войны поехала встретиться с мобилизованным по случаю войны отцом, награжденным незадолго до этой встречи солдатским Георгиевским крестом за взрыв моста через реку Буг. В свидетельстве о его рождении записана Одесса, где мать действительно жила в это время.

Одесса, где прошло детство Георгия Викторовича, на рубеже 20-х гг. жила тревожной жизнью, власти менялись часто. Город и дачный поселок вблизи Аркадии, где семья жила летом, занимали то немцы, то веселые французские парни в беретах с красными помпонами, то казаки, то какие-то националистические банды. В памяти мальчика остались люди, падавшие на улице в голодном обмороке. Запомнил он и грандиозные похороны Веры Холодной (1919 г.), превратившиеся в целый траурный митинг с шествием. Запомнилось ему, как после серии болезней (тиф, корь, испанка) его, истощенного прикрепили для обеда к столовой «Ара» (Американская помощь голодающим на юге России), где давали непостижимо вкусную кашу из риса со сгущенным молоком. Кроме каши, раз в месяц давали сухим пайком банку с лярдом, банку с яичным порошком и трубочку с сахаринром. Это был пир! Папа с братом на кухне добывали спирт из лака или политуры. Долго, закрывшись, колдовали,

и потом папа демонстрировал гостям голубое пламя как доказательство высокого качества их продукции.

В 1921 г. появилась советская власть. Появились полтинники со звездочкой – считалось, что в них была платина, так как они отливались из колоколов. С советской властью установился НЭП. Отец Георгия с головой окунулся в дело, открыл в помещении дедушкиного магазина рядом с Пассажем шляпный магазин и мастерскую. Семья переехала в помещение под магазином в одну большую комнату. Мама заведовала женским отделом, приказчик – мужским. В помещении за магазином работали мастера-греки, караимы.

А вокруг кипела жизнь. С друзьями Мишой и Фимой они мечтали о детекторном радиоприемнике. Сами делали для него кристалл, сплавляя в ложке серу и цинк. В доме напротив на Софиевской улице жил Саша Маринеско, будущий знаменитый моряк-подводник, который дружил с более взрослым двоюродным братом Георгия – Юзеей. С завистью наблюдали они за ним и за его друзьями, но бабушка не разрешала к ним ходить: «Они взрослые и еще чему плохому научат».

Отцовское, унаследованное от деда, «дело» процветало недолго. В конце 20-х отец был выслан в ссылку на Север, мать поехала за ним. Бабушка со стороны матери была родом из Прибалтики (Лиепая), девичья фамилия Бёзеветтер, в замужестве Каролина Францевна Шмидт. Георгий Викторович рассказывал, что она по мужу была двоюродной племянницей лейтенанта Петра Шмидта. Бабушка сыграла важную роль в жизни внука, взяв его под свою опеку. Жора в свои 12–18 лет жил с ней и семьей её дочери Миллер. Обе женщины не сумели выехать в 1941 г. из осажденной Одессы и остались в оккупации в 1941–1944 гг. Немецкие власти предлагали им получить немецкие паспорта, но они отказались, хотя бедствовали отчаянно, продавали все, что могли.

Из своей скудной пенсии Каролина Францевна ухитрялась выделять какие-то гроши на завтраки Георгию. Он же вместо завтраков покупал книги – на развалах у букинистов. Очень много читал. Поступил учиться в школу переростков в 1928 г., затем был



переведен в шестой класс обычной школы-семилетки, которую окончил в 1931 г. с похвальной грамотой. По заключению педагогической комиссии, определявшей профпригодность выпускников, был направлен в техникум связи. После двух лет обучения в техникуме он был переведен на вечернее отделение Института инженеров связи, но в том же году поступил в Одесский госуниверситет (ОГУ) на первый курс физико-математического отделения, которое было открыто в 1933 г. Его полный курс он окончил в 1938 г., получив диплом с отличием.

Георгий Викторович уже в юношеские годы был прекрасным рассказчиком, и на его лекции в студенческом общежитии, особенно об Эдисоне и Леонардо да Винчи, сопровождаемые демонстрационными материалами и приборами, собирались ребята со всего общежития. Одаренность его проявлялась и в том, как он хорошо писал фельетоны, остроумные и яркие, для стенной газеты и рисовал. У стенной газеты всегда стояла толпа восторженных и хохочущих студентов. Он был душой создания модели стратостата (середина 30-х гг.), наполненного гелием, сам гордо шествовал на демонстрации, держа в руках «хвост» от стратостата, который выпустил в небо только перед трибуной.

Учебу в университете он совмещал с работой лаборантом на кафедре физики и учебой на вечернем отделении Института инженеров связи. Впоследствии это сыграло важную роль в формировании его взглядов на соотношение фундаментальных и прикладных исследований, а также способствовало впоследствии развращиванию исследований, использующих радиотехнические методы и технику СВЧ на физико-техническом факультете УПИ.

По окончании университета в 1938 г. Г.В. Скроцкий как талантливый выпускник был рекомендован в аспирантуру по теоретической физике. Не найдя руководителя в Одессе, он поехал в Харьков, где успешно сдал приемные экзамены, и после некоторых мытарств, после вмешательства академика С.Л. Соболева, был зачислен в аспирантуру Украинского физико-технического института. Однако, несмотря на это, он вынужден был поехать не в Харьков, а по распределению на Дальний Восток для работы учителем в школе г. Благовещенска на Амуре. Он вспоминал: «Я долго задумчиво вертел глобус, чтобы сообразить, где это находится. Но поехал. А директор школы, который сам вел там

и математику и физику, с удовольствием напасал отказ на моем распределении»

Поработав там некоторое время и накопив денег, Г.В. Скроцкий на обратном пути остановился в Свердловске. Там он попал на семинар тогда только формировавшейся Уральской школы физиков, где встретился с профессором И.К. Кикоиным из Индустриального института (позднее Уральский политехнический институт – УПИ), профессором Д.Д. Иваненко из Уральского госуниверситета (УрГУ), и это решило его судьбу. С осени 1938 г. Г.В. Скроцкий стал работать на кафедре физики Уральского индустриального института в должности ассистента на кафедре физики, возглавлявшейся И.К. Кикоиным, и одновременно поступил в аспирантуру Уральского госуниверситета к профессору Д.Д. Иваненко, которую окончил в июне 1941 г.

После эвакуации в 1943 г. Академии в Москву Г.В. Скроцкий стал работать в УрГУ – сначала в должности ассистента на кафедре экспериментальной физики, а затем в должности старшего преподавателя и доцента на кафедре теоретической физики.

Он собрал и все, что успел сделать в период работы в академии, и оформил в виде диссертации «О сравнении выводов общей теории относительности с опытом». В ней была исследована причина наблюдавшегося почти в два раза расхождения результатов выполненных А. Эйнштейном расчетов отклонения луча света вблизи края Солнца по сравнению с наблюдаемым значением, а также некоторое отличие вычисленной величины перигелия Меркурия от наблюдаемого. Как было показано, причина состояла в том, что понятие координат в общей теории относительности имеет смысл, несколько отличный от того, который вкладывается в теории Ньютона. Выполненные расчеты с учетом этого различия полностью подтвердили наблюдаемые эффекты.

Природный талант, беспредельная увлеченность наукой, а также исключительно общительный характер и способность живо воспринимать и генерировать новые идеи сформировали у Г.В. Скроцкого поразительно широкий жизненный и научный кругозор, позволивший вскрывать совершенно новые связи и стороны казалось бы давно изученных явлений.

Пожалуй, трудно назвать кого-либо еще, кто с такой же отдачей работал со своими студентами. До сих пор его архив хранит многие их курсовые и дипломные работы тех лет, авторы которых затем стали известными физиками-теоретиками (П.С. Зырянов, Е.А. Туров, Г.Г. Талуц, Ш.М. Коган, Ким Унг Пунг (Северная Корея), Ю.А. Изюмов и др.) или руководителями научно-исследовательских институтов (Б.С. Борисов). Несомненно, в этом проявился педагогический талант и чутье, позволившие ему выявлять и поддерживать талантливых студентов. За время работы в УрГУ им было выполнено 15 (из них опубликовано 7) научных работ. Активная педагогическая деятельность, как это ни покажется многим странной, не прекращалась и во время работы над диссертацией. И в этом была еще одна из особенностей личности Г.В. Скроцкого.

В Москве в то время критиковали за идеализм цвет химической науки во главе с Я.К. Сыркиным и М.Е. Дяткиной, и такой же разнос готовился в Свердловске. Георгий Викторович вспоминал: «В день смерти вождя я пропустил лекцию. Мне не позволили встать в почетный караул у портрета вождя в день его похорон, а вскоре уволили из УрГУ «ввиду отсутствия поручений» (1953). Так завершился первый этап активной и разносторонней научно-педагогической деятельности Г.В. Скроцкого.

Но почти сразу же, в июне 1953 г. по инициативе декана недавно созданного физико-технического факультета в составе Уральского политехнического института Евгения Ивановича Крылова состоялась их встреча. Е.И. Крылов с доброжелательностью истинно талантливого человека по отношению к другому таланту предложил Г.В. Скроцкому возглавить кафедру теоретической физики на молодом Физтехе УПИ.

Так, зимой 1953 г. Г.В. Скроцкий занял должность заведующего фактически еще не существующей кафедры теоретической физики. Первыми сотрудниками кафедры были участники войны Г.В. Соловьев, В.М. Рыжков, П.С. Зырянов, а также молодежь – А.К. Штольц, О.К. Шабалина, А.К. Чирков. Позднее на кафедре стал работать гроза всех студентов, очень самобытный и педантичный физик-теоретик А.С. Виглин. Мне (А.А.К.), ставшему ассистентом кафедры после окончания факультета летом 1954 г., вспоминается, как однажды, придя на кафедру, Георгий Викторович сказал, показывая принесенную

из дома небольшую коробочку с радиодетальями: «Теперь будем только нести на кафедру и ничего не уносить». В это время строители начали сдавать новый корпус для физико-технического факультета, и кафедра вскоре получила удобные и обширные помещения.

Образование дружного единого коллектива молодых теоретиков и экспериментаторов, выпускников физико-математического факультета УрГУ и физико-технического и радиотехнического факультетов УПИ позволило развернуть уже в 1957 г. большую научную хозяйственную работу. Работали, не считаясь со временем, засиживались порой до позднего вечера. В результате были разработаны прецизионные магнетометры, нашедшие применение в народном хозяйстве. Под руководством Георгия Викторовича в 1959 г. была успешно закончена первая крупная хозяйственная работа, выполнявшаяся по постановлению Совета Министров, а в конце этого же года еще две больших специальных темы. Затем были успешно выполнены хозяйственные работы по исследованию возможностей использования электронного и ядерного магнитного резонанса для прецизионного измерения магнитного поля, разработаны первые ЯМР-магнетометры как для целей геологоразведки, так и для поиска подводных объектов. Были выполнены исследования по передаче информации СВЧ-лучом путем модуляции его плоскости поляризации и еще ряд бюджетных и хозяйственных работ. Всего за период с 1957 по 1964 г. кафедрой было выполнено 10 госбюджетных и 16 хозяйственных работ на общую сумму свыше двух миллионов рублей.

Выполнение крупных хозяйственных работ позволило быстро оснастить кафедральные лаборатории современным оборудованием, приобрести необходимые материалы, создать при кафедре небольшую механическую мастерскую. В ней работали механики самой высшей квалификации А.Н. Колесников и А.Н. Соколов, которых привлекала на кафедре интересная работа по изготовлению и наладке весьма сложных экспериментальных установок (ЭПР- и ЯМР-спектрометры еще не выпускались и были изготовлены своими силами). На кафедре выросли не только квалифицированные физики-теоретики, но и талантливые экспериментаторы, такие как В.М. Рыжков, Г.В. Соловьев, автор многочисленных изобретений А.И.

Филатов, А.К. Чирков, Л.Н. Новиков, А.Д. Витюков, В.М. Стоцкий и др.

В 1962 г. Георгий Викторович с успехом защитил по совокупности (более 40) представленных работ докторскую диссертацию по теме, весьма далекой от темы его кандидатской диссертации: «Некоторые вопросы магнитного резонанса и релаксации». В ней были подведены итоги второго этапа многогранной деятельности Г.В. Скроцкого. В 1963 г. Скроцкий был утвержден в звании профессора. Такой скачок в тематике при переходе от кандидатской диссертации к докторской способна осуществить весьма неординарная личность!

Это было удивительное время – вторая половина пятидесятых и первая половина шестидесятых годов. Золотое время для физиков. Звучали песни о том, что «Что-то лирики в загоне, что-то физики в почете», шел фильм «Девять дней одного года». Это было время, когда физика была на гребне востребованности, если не сказать славы. И вся атмосфера становления коллектива кафедры теоретической физики в УПИ как нельзя более импонировала молодым его сотрудникам во главе с ГВС (так потихоньку «величали» Скроцкого). Один за другим защищали свои кандидатские диссертации аспиранты и сотрудники кафедры: А.А. Кокин, В.М. Елеонский, Л.В. Курбатов, А.К. Чирков, Т.Г. Рудницкая (Изюмова), В.М. Рыжков, А.К. Штольц, О.К. Шабалина, А.П. Степанов, В.П. Калашников, В.Г. Показаньев, Л.В. Якуб, Л.Н. Новиков; на длительную стажировку во Францию к профессору А.Кастлеру в 1963 г. поехал Л.Н. Новиков, на две недели – в ГДР, к профессору А. Лёше был командирован А.А. Кокин.

Очень точно передает эту атмосферу доцент кафедры, бывшая студентка Георгия Викторовича по УрГУ, О.К. Шабалина: «Около Скроцкого всегда была, как теперь говорят, «аура широкого научного интереса», любознательности, активного отношения ко всему окружающему. Какие только темы ни обсуждались на семинарах кафедры, — научных и философских, всегда что-нибудь самое передовое, самое «у горизонта науки». И всё это подхватывалось и развивалось его учениками. Он мог небрежно ответить на вопрос случайного собеседника, но всегда очень ответственно относился к студенту и сотруднику. Тематика моей научной работы никак не была связана с тематикой Скроцкого, так же как и



Работа над переводом книги А. Абрагама «Ядерный магнетизм» 1962 г. Г.В. Скроцкий и А.А. Кокин

преподаваемые дисциплины. Прихожу с книгой, в которой не могу понять вывод уравнения. «Оставьте здесь, я подумаю». Через день приносит подробное доказательство, а ведь это совсем посторонняя для него тема, да и занят он очень. Показываю графики результатов моих опытов. Очень подходит математическая формула, которой я не могу дать физический смысл. Скроцкий, окруженный сотрудниками, что-то спрашивающими, говорящими о своих делах, только взглянув, называет, что это и говорит, какие книги взять, где эта задача решается. Всё получается, приношу ему статью, поставив в число авторов его фамилию. Он сразу себя вычеркивает, улыбается: «Это не надо!» А ведь без него статьи бы не было».

На фоне других кафедра становилась все более преуспевающей, что стало вызывать некоторую нездоровую реакцию со стороны руководства других кафедр и факультета. Поводом было и то, что сложившаяся на кафедре тематика и специализация выпускаемых молодых специалистов не укладывалась в официальную разрядку, согласно которой на Урале должна развиваться не радиоспектроскопия, а нейтронная и ядерная физика. А эти специалисты были востребованы! Выпускников кафедры охотно брали на работу различные предприятия Свердловска. Сочетание достаточно хорошей общефизической и инженерной подготовки обеспечивало им сплошь и рядом при поступлении в академические институты явное преимущество перед выпускниками университета. Георгию Викторовичу приходилось ежегодно ездить в Москву и добиваться временного разрешения продолжать выпуск молодых специалистов по прежней специальности. В такие трудные порой

для заведующего кафедрой моменты коллектив кафедры неизменно оказывал ему поддержку. Однако обстановка усложнялась и по другим причинам: молодежь остепенялась, свободных вакансий не было, некоторых «стариков», многим из которых еще было далеко до сорока лет, стали приглашать на работу в другие, вновь организуемые институты. Настал момент, когда Г.В. Скроцкий сказал: «Каждый живой организм, чтобы продолжать существовать в Науке, как и живая клетка в организме должен делиться. Это естественный процесс».

В 1965 г. Георгий Викторович по состоянию здоровья вынужден был оставить Урал. Созданный им костяк кафедры в Свердловске на тридцать с лишним лет вперед обеспечил непотопляемость сформировавшихся научных направлений и методов исследования. Кафедрой затем заведовали его ученики – доцент Л.В. Курбатов, профессор А.К. Чирков. Состав сотрудников существенно помолодел. Он перешел по конкурсу на должность заведующего вновь создаваемой кафедры квантовой электроники в Московский физико-технический институт, где и работал до последнего дня своей жизни 13 июля 1992 г. На Урале осталась научная

школа, где до настоящего времени продолжалась исследовательская работа в области магнитометрии.

Вспоминает один из его последних учеников, выпускник МФТИ, Г. Соломахо: «Георгий Викторович поражал разнообразием интересов. Его занимала природа вещей, а физика была лишь одним из способов постижения жизни. Став Мастером, он сохранил страстное любопытство ребенка. Его нельзя представить равнодушным. Немедленно, с ходу вовлекал он собеседника в то, что его занимало в данный момент. Говорил: «Информация – удивительная штука. Если я делюсь ею, ее не становится меньше». Был учителем от Бога. А как владел словом! Георгий Викторович рассказывал сочно, и хотелось, чтобы он рассказывал еще и еще. Спектр этих новелл был бесконечен: физики в лицах, исторические миниатюры, одесские воспоминания. Можно было многократно слушать рассказы о встречах с известными физиками – Я.И. Френкелем и И.К. Кикоиным, П.Л. Капицей, И.М. Лифшицем, Г. Бекком. Он заражал слушателей своей жизнерадостностью, поражал готовностью памяти, духом хорошего авантюризма, учил, как теперь сказали бы, быть предприимчивым».



Г.В.Скроцкий. 6-ая Школа по магнитному резонансу. Теплоход Пермь-Волгоград-Пермь, 1979 г.

## Сорок из семидесяти: НИЛ квантовой магнитометрии

В.А. Сапунов

70 лет физтеха и почти 40 лет лаборатории Квантовой магнитометрии, которая была открыта по постановлению Совета Министров СССР от 29 июня 1979 г. Отраслевая лаборатория Министерства геологии - а тогда все министерства были немного и от Министерства обороны – была нацелена на создание квантовых магнитометров, основанных на принципах магнитного резонанса – оптической ориентации атомов и динамической поляризации ядер, где имелся значительный фундаментальный задел на кафедре теоретической физики физико-технического факультета УПИ. Именно теоретической физики, как это ни странно для прикладной отраслевой лаборатории: Нет ничего практичнее хорошей теории. Поиск сокрытых объектов и месторождений полезных ископаемых – вот для чего предназначены такие магнитометры, способные к прецизионным измерениям модуля геомагнитного поля до тысячных и даже миллионных долей процентов.

В настоящее время лаборатория квантовой магнитометрии является хозрасчётной научно-производственной лабораторией при кафедре

теоретической физики и прикладной математики. Термин «прикладной» является ключевым, но самым ключевым является хозрасчёт. «Магнитометры используем «на полную катушку», благодаря вашим усилиям они безотказны в работе, и позволяют развивать прекрасную производительность при отличном качестве измерений. Всё это позволяет вносить весомый вклад в общую геологическую результативность. Наш итог за пять с половиной лет работы - 12 открытых и поставленных на баланс месторождений меди, золота, молибдена, сурьмы, серебра, железа. В этом есть и ваш вклад!» - так охарактеризовал оверхаузеровский магнитометр ММРОС (один из продуктов лаборатории) главный геофизик «Востокгеологии» А.Б. Карманов.

Глядя на канадских коллег и соседей по институту, мы научились производить реальные приборы конкурентоспособного качества. Производить приборы не так сложно - важно не бояться трудностей и любить покупателей. Научное приборостроение - высокодоходная область, где

главной составляющей успеха является интеллект и его носители.

40 лет лаборатории – это несколько поколений инженеров, научных сотрудников и преподавателей, берущих своё начало от основателя лаборатории, заведующего кафедрой теоретической физики А.К. Чиркова и первого зав. лабораторией А.С. Соболева, которые организовали её эффективную работу. Отдельного упоминания заслуживает самоотверженный труд ключевых научных сотрудников и ведущих разработчиков, аккумулировавших опыт предыдущих договорных работ по освоению базовых принципов и фундаментальных технических решений для противолодочной обороны.

В начальный период ОНИЛ КМ совместно с НПО «Рудгеофизика» были разработаны геологоразведочный аэромагнитометр ММВ-215, ставший лауреатом ВДНХ (выставка достижений народного хозяйства СССР), а также самый массовый в СССР пешеходный протонный оверхаузеровский магнитометр ММП-203у (выпущено около 3 тысяч к 90-м гг.). В датчиках впервые использовался принцип динамической поляризации ядер в растворе радикала Копингера (Гальвиноксил), который показал эффект лёгкого насыщения, обнаруженный доцентом В.И. Балдиным. Сейчас, в XXI в, этот эффект вновь интенсивно изучается, называемый Гейзенберговской гиперполяризацией. К сожалению, радикал отличался недостаточной стабильностью (0.5-1 год), что стало, как это ни странно, залогом выживания лаборатории в 90-е гг.

Второе поколение сотрудников под руководством нового заведующего лабораторией В.А. Сапунова осуществляло обслуживание мало-

стабильных серийных датчиков этих магнитометров и их модернизацию с использованием нового сверхстабильного радикала. Перспективный, хотя внешне и не соответствующий стандартным требованиям, класс новых радикалов, был обнаружен и изучен в диссертации В.А. Сапунова, где также нашло феноменологическое и теоретическое обоснование упомянутого эффекта гиперполяризации, а также были обнаружены новые эффекты, имеющие прикладное и фундаментальное значение для оверхаузеровской динамической поляризации ядер.

Были защищены диссертации, в частности Андреем Трегубенковым, под руководством одного из ведущих теоретиков кафедры теоретической физики, доцента С.П. Довгопола. Его работа была посвящена применению к более простым 4 и 6-уровневым квантовым системам нитроксильных радикалов, которые до сих пор используются в иностранных аналогах. Здесь можно отметить, что датчики оверхаузеровских магнитометров, внешне простые, фактически являются лазерными квантовыми системами, где производится накачка электронных уровней и генерация усиленной прецессии ядерной подсистемы растворителя. Значительный вклад в развитие таких радикалов внесли профессиональные химики, как непосредственно УПИ (В.Ф. Грязев и Вера Берсенёва), так и московского ИХФ, в частности, академик Бучаченко А.Л. и его коллеги Ольга Эммануэль, А.М. Сахаров и др.

Неоценимый вклад в развитие, а точнее даже спасение НИЛ КМ, когда возникли проблемы с московскими химиками, внесли академик В.Н. Чарушин, который, понимая народно-хозяйственную значимость магнитометрии, поручил



Портреты корифеев и основателей НИЛ КМ от Тамары Рудницкой (ТФПМ):

А.К. Чирков (зав. каф. ТФ, основатель НИ КМ), А.Д. Витюков, Г.В. Скроцкий (основатель каф. ТФ), В.И. Балдин, А.И. Филатов. Испытания оверхаузеровского датчика на радикале гальвиноксиле (Филатов, Балдин, Сапунов). Настройка магнитометра противолодочной обороны (А.П. Степанов, В.М. Стоцкий, А.И. Филатов)



Второе поколение лаборатории: Владимир Александрович Сапунов (зав. НИЛ КМ, 1988 – н.в.), Дмитрий Владимирович Савельев (с.н.с., 03.09.1966 – 24.01.2019), Алексей Юрьевич Денисов (в.н.с., доцент ТФПМ), Сергей Евдокимович Киселев (н.с.)

в.н.с. Д.М. Чижову освоить синтез – и он синтезирует самые чистые радикалы для наших магнитометров.

Следует упомянуть две диссертации семьи Денисовых, преподавателей ТФПМ и совместителей НИЛ КМ, по совершенствованию алгоритмов обработки сигналов прецессии, что повысило конкурентоспособность результатов. Неоценим и вклад ИГФ УрО РАН, где Л.А. Муравьев, защищая диссертацию, показал высокую эффективность оверхаузеровских магнитометров POS и его реальные геофизические параметры на примерах исследования золоторудных месторождений. Есть и более значимый пример плодотворного сотрудничества с ИГФ УрО РАН – А.А. Кусонский и П.С. Мартышко решились купить первый вариант векторного магнитометра POS-3, а магнитолог обсерватории АРТИ, выпускник ТФПМ Павел Бородин, серьезно помогает его метрологической верификации, находя всё новые недостатки и эффекты, что достойно диссертационной работы, которая его не интересует. К сожалению, есть и другие незащищенные диссертации, хотя компьютерный расчёт оверхаузеровских датчиков А.С. Гаврилина, учитывающий свойства новых радикалов, позволил создать сверхкомпактный неориентируемый датчик, не имеющий мировых аналогов. Сейчас лаборатория производит скважинный магнитометр LOM-2 на основе таких датчиков, нашедший применение на маломангнитных месторождениях (кимберлиты, бокситы и т.п.), например, в АЛРОСА и в Китае.

Ключевым событием в истории НИЛ квантовой магнитометрии был приезд (захал мимоходом) ведущего геофизика NEWMONT Gold Боба Андерсона

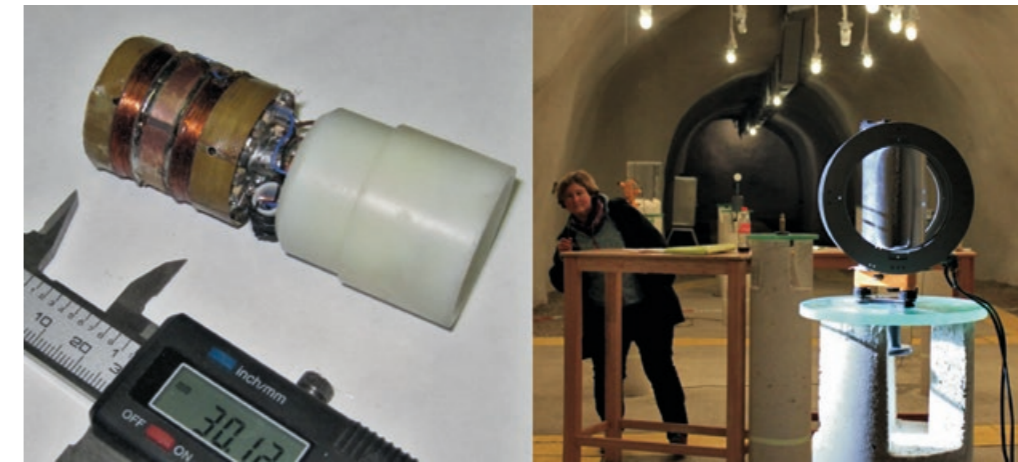
(США), который, увидев пилотный образец магнитометра POS ещё в деревянном корпусе, взял его попробовать и заказал партию, возможно, в пик конкуренту из Канады GEM Systems. Только после этого отечественные пользователи уверовали в наши результаты, как говорится, в своём отечестве пророка нет, но никто не уехал, и конкурентная борьба продолжилась. С 2000 г. выпущено по индивидуальным заказам около 500 магнитометров POS обсерваторского и геологоразведочного назначения, различных модификаций. Фактически половина магниторазведочных партий РФ уже 15 лет использует их, и многие до сих пор работают, благодаря сверхстабильности нового радикала и надёжности электроники, разработанной выпускником кафедры теоретической физики с.н.с. Д.В. Савельевым (03.09.1966 – 24.01.2019). К сожалению, его учитель Игорь Курбатов ушёл молодым, не выдержав период назревающих инноваций.

Новейший период – расцвет нанотехнологий и инноваций, а лаборатория всё также разрабатывает и производит магнитометры, но и её коснулся ветер перемен с приходом юного поколения бакалавров и магистрантов. В рамках программы инновационного развития УрФУ открыта фирма МИП «Квантум магнетик ПайпТест» с 25 % участием УрФУ. Директор ООО Евгений Нархов (одновременно – научный сотрудник НИЛ КМ) и его юные коллеги славны не только учёбой на всевозможных предпринимательских курсах вплоть до МВА, участием в инновационных форумах, выставках, «хакатонах» и грантах СТАРТ, но и действительными достижениями мирового уровня.



Будущий член-корреспондент Игорь Некрасов испытывает первый градиентометр MMPOS-2, н.с. Василий Савельев с многоканальной сборкой POS (грант МНТЦ).

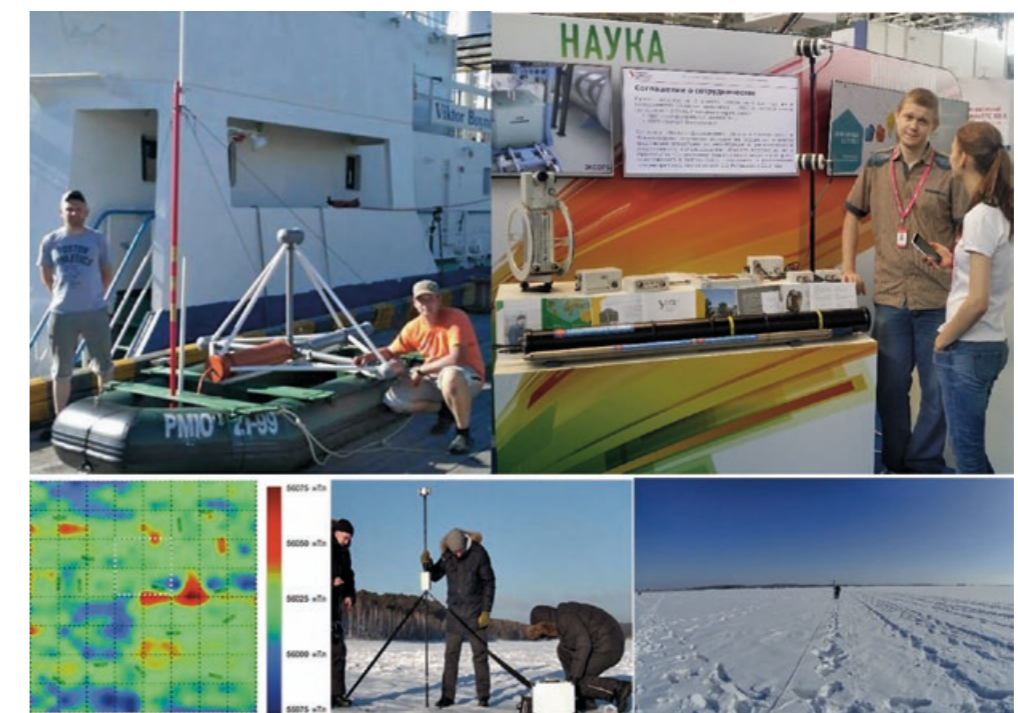
Михаил Попков и Ольга Денисова (доцент ТФПМ) на конференции IAGA-2004 (Япония).



Новый магнитометр POS, датчик скважинного магнитометра. Векторный оверхаузеровский магнитометр POS-4 в подземной обсерватории ZAMG в Австрии.

Главное - они молоды, и, увидев, например, падающий челябинский метеорит, не задумываясь, берут магнитометры и идут на поиски – и находят! Именно они с помощью градиентометра MMPOS-2grs построили магнитную карту места падения метеорита, локализовав координаты и глубину, которые пригодились правительству Челябинской области и организатору метеоритной экспедиции профессору В.И. Гроховскому при планировании

подъёма метеорита. После извлечения метеорита повторное магнитное картирование подтвердило верность расчётов – и мастерство геологоразведчиков, бакалавров кафедры технической физики Андрея Фёдорова и Дмитрия Миллюкова. Это было хорошее начало, в дальнейшем нашедшее развитие применительно к новой технологии сканирования трубопроводов.



Андрей Фёдоров и Дмитрий Миллюков готовят четырехканальный скалярный градиентометр к сканированию морского участка газопровода. Андрей Сергеев демонстрирует магнитометры на Международном форуме и выставке промышленности и инноваций «Иннопром». Евгений Нархов проводит микромагнитную съемку места падения метеорита «Челябинск LL5» на озере Чебаркуль.

Затем были два морских сезона в Арктике на Байдарацкой Губе, проведенные совместно с отделами институтов океанологии А.Н. Чилингарова (В.В. Архипов) и лабораторией А.И. Городницкого (д.ф.-м.н. А.И. Иваненко), при курировании «Газпром ВНИИГАЗ». В ходе полевых работ в суровых условиях была показана высокая эффективность и точность локализации подводного газопровода, проходящего по дну Карского моря, с помощью нового четырёхканального магнитометра-градиентометра. Результаты легли в основу научных статей.

Но реальное дело не ждёт. Надо успеть продемонстрировать новый POS-4 на семинаре ИТЕРМАГНЕТ в Австрии, надеясь, что этот, не имеющий прямого мирового аналога абсолютный векторный магнитометр, разработанный в рамках хоздоговора УрФУ и ФЦПГЦ РАН (академик А.Д. Гвишиани), будет востребован на магнитных арктических обсерваториях и системах сопровождения наклонного бурения.

Молодая кровь бурлит, подогреваемая экономическими интересами, и вот уже три магнитометра

POS-1aero, с регистратором, разработанным магистрантом ТФПМ Александром Широковым, летят с иркутским технопарком (Александр Паршин и Ю.А. Давыденко) на гексакоптерах искать золото. Евгений Нархов в 2019 г. выигрывает конкурс Свердловской области и получает грант на новейший гексакоптер для развития методик применения беспилотных аппаратов. И, помимо этого, успехи ООО «Квантум магнетик ПайпТест» отмечены благодарностями и призами инновационных структур, включая сам УрФУ.

Подводить итоги рано – есть и другие идеи, так как технология оверхаузеровской динамической поляризации ядер и квантовая магнитометрия хороши как благодаря широкой области применений: «От космоса и до морских глубин», так и некоторой фундаментальной консервативностью, что позволяет оставаться конкурентоспособными. В космосе мы пока не были, но глубинные магнитометры разрабатывали и поставляли, например в Италию или МЧС, но всё это как соисполнители, а другие мечты, такие как Оверхаузеровская релаксометрия и МРТ, оставим для следующего юбилея ФТИ.

## Интеллект естественный, интеллект искусственный

*И.В. Кашин*

Не зря наш сегодняшний век называют расцветом информационной эры! Новые знания всё реже ложатся различными красящими веществами на продукты деревообработки, а всё чаще оседают в цифровых облаках, конденсируясь по проводам на жидкокристаллический экран любого желающего. Прежде всего это результат интеллектуального труда сотен и тысяч людей, приводящих в жизнь самые смелые идеи, еще вчера вечером казавшиеся полнейшей фантастикой. А слова будут о генераторах идей, чье топливо содержит квантовую примесь повышенной концентрации.

Учёные создают инновации, и первые же их применяют. Такая живая перспектива активно привлекает в научную сферу молодые таланты. Однако естествоиспытатели 2019 г. изучают природу совсем не так, как привыкли их старшие коллеги: всё более возрастающую роль играет численный эксперимент, позволяющий добраться до фундаментальных структур материи, где кроются технологии столетия. Поэтому они сталкиваются с революционно прогрессирующими требованиями к себе. Действительно, чтобы получить значимые научные результаты и опубликовать их в журналах мирового уровня, необходимы не только детальные познания в своей научной области и широкий исследовательский кругозор, но и высочайший уровень владения современной вычислительной техникой. Последнюю, кстати, надо еще иметь в наличии и держать в постоянном тонусе.

Физико-технологический институт УрФУ был чуток к данным трендам, еще будучи факультетом. Так, в 2006 г., сотрудники кафедры теоретической физики и прикладной математики, традиционно занимающей одну из лидирующих позиций по результативности исследований в области материаловедения, ясно осознавали, что если сегодня счетных мощностей настольных компьютеров еще кое-как хватает, то буквально завтра наступит их решительная нехватка. Поэтому было принято решение по организации высокопроизводительного многопроцессорного вычислительного узла для общего пользования. Для обеспечения его функционирования создавался Центр параллельных вычислений, который возглавил перспективный

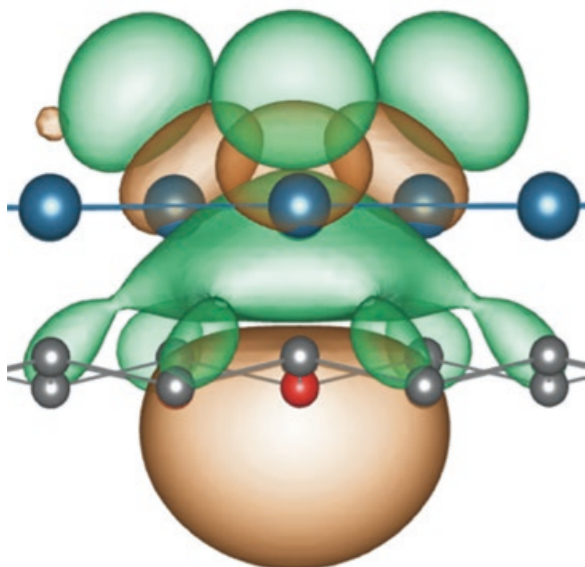
молодой физик-теоретик Владимир Владимирович Мазуренко. Ученик уже на то время именитого Владимира Ильича Анисимова (Институт физики металлов УрО РАН), Владимир Владимирович имел немалый научный опыт численного моделирования электронной структуры и магнитных свойств реальных материалов из первых принципов, что послужило отличным стартом для формирования устойчивой и эффективной исследовательской ячейки в стенах физтеха.

Этот смелый шаг привел к замечательным результатам, выражающимся не только в высококлассных теоретических исследованиях Владимира Владимировича и его коллег. Обновленное видение научных перспектив современного материаловедения чрезвычайно расширило простор достижимого, открывая дорогу подрастающим специалистам, студентам-старшекурсникам, к передовой вычислительной физике. Таким образом, Центр параллельных вычислений быстро превращался в полноценную научную группу, а затем и в лабораторию.

В соседнем кабинете от вечно гудящего высокого черного ящика, охлаждаемого двумя кондиционерами, свое становление как ученых прошли молодые ребята Александр Руденко, Сергей Исаков, Мария Валентюк, Александра Давыдова, Ярослав Квашнин, Илья Кашин, Олег Сотников, Данис Бадртдинов, Сергей Андреев. Сильно коррелированные квантовые системы; отдельные атомы, адсорбированные на поверхности; материалы с топологическими магнитными структурами; молекулярные магнетики – и всё это с мировым качеством! Совместный труд дал отличные плоды!

Естественно, исследование глобального масштаба требует такого же масштаба коллаборации. Благодаря налаженным Владимиром Владимировичем крепким деловым связям с видными учеными, ведущими свою деятельность за рубежом, стали возможными регулярные визиты в сильнейшие научные группы. Работа в едином коллективе с А.И. Лихтенштейном, М.И. Кацнельсоном, И.В. Соловьевым заметно стимулировало научный потенциал и репутацию Центра параллельных вычислений.

По совокупности выполненных исследовательских работ были защищены кандидатские



Изображение волновой функции фторированного графена, полученное научной группой В.В. Мазуренко и избранное в качестве обложки журнала Physical Review B

диссертации Сергеем Исаковым и Ильей Кашиным, а также докторская диссертация – самим Владимиром Владимировичем. Горизонты Центра расширились, и его «выходцы» в эти дни трудятся в

университетах Германии, Нидерландов, Швеции и США, поддерживая активную мобильность и творческий потенциал крепнущих в стенах физтеха научных умов.

Но время не стоит на месте. Каждый день в мире рождается множество идей, способных полностью преобразить наше понимание сути вещей. Новейший сплав науки и передовых технологий подарил нам квантовые компьютеры – вычислительные устройства, работающие на принципах квантовой спутанности состояний отдельных микро- и наночастиц. Написание «программы» для такого компьютера – задача совершенно не тривиальная, совсем не похожая на привычную. Необходимо не только логически верно выстроить алгоритм, но также учесть все тонкости «непрерывного перетекания нуля в единицу» и особенности архитектуры самого вычислителя. Овладеть этим искусством – глобальный вызов всему научному сообществу. Поэтому гиганты IT-индустрии, такие как фирма IBM, предоставляют свободный доступ к подобному устройству любому желающему обогатить мировой опыт непосредственного общения с квантовым миром. И Центр параллельных вычислений не остаётся в стороне – сегодня Владимир Влади-

мирович вместе с Олегом Сотниковым и молодым специалистом Ильей Яковлевым предпринимают все новые попытки обуздать эту неординарную область информатики.

В ходе такой воистину инновационной деятельности приходит новое понимание роли учёного в извлечении новых знаний. Действительно, интеллектуальный анализ и синтез сопряжен с механической обработкой всё возрастающего объема первичных данных. А, как известно, замена механического труда роботизированным – тренд уже давно устоявшийся. Поэтому отдельным направлением исследований центра является разработка технологий машинного обучения, способных взять на себя рутинную работу.

И не только её! Квантовая когерентность – дама капризная, ежесекундно требующая к себе особого отношения. Даже еженаносекундно. Вот и не человеческое это дело – её обхаживать. Пусть этим займется специально обученная нейронная сеть. А специально обучить уже можем мы!

По мере развития и становления Центр параллельных вычислений приобрел особую значимость не только в структуре Физико-технологического института, но и всего Уральского федерального университета. Кульминация этого – преобразование в один из Ключевых центров превосходства, «Первопринципное моделирование новых материалов», мотора для уверенного движения по дороге в сотню лучших университетов мира.

Команда Владимира Владимировича всегда находится в научном поиске, меняется в соответствии с реалиями дня сегодняшнего и ухватывает веяния того, что будет актуально завтра. Она всегда открыта для талантливых ребят-студентов, готовых решать самые насущные задачи и получать результат, рискуя стать всеобщим достоянием. Это обеспечивает неувядающий потенциал современной компьютерной науки, бережно культивируемой умами исследователей с кафедры теоретической физики и прикладной математики, чтобы любой технологический прорыв был-таки приобщен к Уралу.



Сотрудники Центра Параллельных Вычислений.

Слева направо: Арсений Герасимов, Дарья Медведева, Олег Сотников, Сергей Андреев, Владимир Мазуренко, Илья Кашин, Илья Яковлев



Сотрудники кафедры ТФигМ



Кафедра

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ  
ТЕХНИКИ**





## Краткая история четырех периодов кафедры вычислительной техники

*С.Л. Гольдштейн*

**1) 1961 – 1971** гг. – создание машино-счетной станции на энергетическом факультете УПИ и ее становление уже в статусе кафедры вычислительной техники (ВТ) с первыми заведующими доц. к.т.н. Ю.П. Юшмановым и доц. к.т.н. В.М. Кирпичниковым.

**2) 1972-1978** гг. – период вхождения кафедры в состав физико-технического факультета с заведующими проф. д.ф.-м.н. В.М. Скриповым (впоследствии академиком и директором академического института) и затем доц. к.т.н. А.В. Виноградовым. В конце этого периода кафедра утратила аспирантуру на несколько лет и, по мнению руководства ФтФ, вошла в кризис, в том числе на уровне межличностных конфликтов.

**3) С 1978 г. по 2016 г.** (зав. кафедрой ВТ, д.т.н. проф., действ. член РАЕН, заслуженный работник ВШ РФ С.Л. Гольдштейн).



1978-1984 гг. – решение первоочередных проблем: укрепление кадрового потенциала (в основном выпускниками физтеха), реорганизация научной деятельности (тематика по собственно вычислительной технике была узковатой), совершенствование учебной работы (стать выпускной кафедрой), изменение позиции общеобразовательной кафедры в институтском смотре-конкурсе (с одного из последних мест в лидеры).

Становлению кафедры, как центра информационной культуры в вузе на основе вычислительной

техники активно помогал ректор УПИ Ф.П. Заостровский. Неоценимую поддержку все первые годы оказывал заслуженный деятель науки и техники, проф. д.т.н. С.П. Распопин. Первые хоздоговорные деньги, так необходимые для рывка кафедры, дал под НИР «Развитие аппаратуры для научных исследований» директор академического института академик А.Н. Барабошкин.

1985-1992 гг. – форсированная перестройка в сверхштатном режиме реализации государственной и областной политики по компьютеризации. Накануне перестройки в стране кафедра ВТ оказалась на подъеме благодаря Постановлению ЦК КПСС и Совмина СССР 1985 г. о компьютеризации. Под руководством института математики и механики УрО РАН и непосредственно академика Н.Н. Красовского сложилась интеграция компьютерных кафедр Уральского политехнического института, Уральского государственного университета, Свердловского государственного педагогического института и Свердловского государственного профессионально-педагогического института с поддержкой Свердловского горкома КПСС и крупных промышленных предприятий города. Кафедра стала супервостребованной. Началось обучение учителей, преподавателей вузов, руководителей предприятий, партийных работников. Совместно с Президиумом АН СССР (Москва) создано Свердловское отделение научно-учебного компьютерного комплекса (председатель, с подачи академика Н.Н. Красовского, – проф. С.Л. Гольдштейн). Существенный интерес к этой работе проявлял ректор С.С. Набойченко. Кафедрой была разработана оригинальная концепция компьютеризации, прежде всего среднего образования.

В это же время удалось добиться совмещения функций общеинститутской и выпускающей (с 1988 г.) кафедры; после чего началась подготовка инженеров-системотехников по специальности 22.01 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети». Все эти годы конкурс на специальность среди абитуриентов был неизменно высок. Состоялся первый набор на выпускающую кафедру и в 1994 г. – первый выпуск инженеров-системотехников (36 чел.); исчезла учебная нагрузка по общеобразо-

вательным курсам для других факультетов вуза, ее они взяли на себя, так как ставшие доступными персональные компьютеры могли обслуживаться и функционировать без централизованного менторства. Зато появилась нагрузка по специальным курсам, требующая новых компетенций от научно-преподавательского состава кафедры, что было гораздо интереснее.

Ослабевшие к тому времени связи с атомной отраслью (не по вине физтеха) частично удавалось компенсировать взаимоотношениями с социоорганизационными структурами: образовательными, медицинскими, силовыми; различными ООО и ЗАО, участием в научно-технических программах. Это была не менее интересная работа.

1993-2000 гг. – сохранение кафедры (в условиях продолжающегося социально-политического и финансово-экономического кризиса страны и высшего образования) за счет тесного взаимодействия с внешними структурами.

2001-2011 гг. – создание предпосылок и их закрепление для выхода из кризиса. В 2001 г. за счет средств вуза даже удалось обновить в учебных классах компьютерную технику. И в этот период кафедра старалась не снижать деловой активности. В 2000–2001 гг. выполнено задание администрации г. Екатеринбурга по разработке стратегического плана развития города до 2015 г. (председатель тематической группы «Информационные технологии в жизнедеятельности города» – проф. С.Л. Гольдштейн); 2008 г. – участие в создании Концепции информатизации здравоохранения Свердловской области и в 2010 г. – в разработке Концепции физико-технологического института и проекта «Центр биомедицинской инженерии»; в 2011 г. оформились замыслы по системной интеграции в части ядерной медицины и NBIC (нано-, био-, инфо-, когно-) конвергенции.

В период выживания в условиях очередного кризиса интерес к учебной и научной работе удалось поддерживать прежде всего, за счет все более тесных связей с научно-практическим медицинским центром «БОНУМ» – лидером не только в Свердловском здравоохранении. Учебное направление было заточено под профиль «Информационные системы и технологии в медицине», а научное оформлено как «Системная интеграция в здравоохранении» и по инициативе проф. С.Л. Гольдштейна организован

(2008) электронный одноименный журнал на базе «БОНУМа». Результаты от этого взаимодействия: часть выпускников кафедры работали и работают в этом центре, а научные результаты отмечены премией губернатора Свердловской области за 2013 г.

В 2007 г. последний раз (за счет программы «НОЦ» – научно-образовательные центры) на кафедре была обновлена компьютерная и оргтехника.

В 2005 г. произошел переход на двухуровневую подготовку (бакалавриат-магистратура) с набором на академическую образовательную программу (4 года). Ее современное название – «Информационные системы в научно-технических и социально-экономических технологиях». Статус «академическая» задавал обязательную научно-креативную составляющую в подготовке этих кадров с исходной ориентацией на приобретение именно исследовательских компетенций, как всегда и было на физтехе.

Основная цель подготовки – привитие системного мышления и креативных компетенций на основе интеллектуально-информационных технологий для обеспечения жизненного цикла любых сложных объектов. Планируемые результаты подготовки: образовательные и частично профессиональные компетенции и их подтверждение: научные публикации (тезисы докладов, статьи), защита интеллектуальной собственности (патенты на изобретения: устройства и способы, свидетельства на программный продукт для ЭВМ), магистерская диссертация по теме заказчика (акты испытаний и внедрений, рецензии специалистов).

За это время сформировались требования к структуре магистерской диссертации и, проектный подход системно-проектный на основе научного и корпоративного прототипирования.

Основная тематика магистерских диссертаций по программе: моделирование бизнес-процессов; системная интеграция бизнеса, интеллекта, информационных технологий; компьютерное моделирование физических и физико-химических процессов; информатизация деятельности медицинского учреждения; стоимостно-ориентированное управление предприятием; моделирование интеллектуальных и робототехнических систем.

Основные сферы будущей деятельности выпускников магистратуры: системный инженер, системный

архитектор, системный аналитик в соответствии с профессиональными стандартами в области информационных технологий, то есть реализуется системная парадигма. Выпускники – магистры кафедры ВТ ФТИ готовы находить подходящие возможности для реализации своего профессионального потенциала, достойно представлять свои компетенции будущим работодателям, успешно презентовать себя в конкурентной среде, соответствовать высоким стандартам быстро развивающейся экономики, основанной на знаниях, запускать start up и создавать свои IT-фирмы.

С введением двухуровневой системы «бакалавр-магистр», крайне неудачной на фоне эффективной классической физтеховской подготовки специалистов и резко упавшей школьной подготовки по естественным дисциплинам, появилось много новых проблем.

Тем не менее в 2011 г. кафедра ВТ отметила свое 50-летие. На фото мы бодрый и улыбаемся, но присутствуют далеко не все.

В это время количество профессоров на кафедре – 8, в том числе на полную ставку – 4, и молодежи (< 30 лет) – порядка 20 %. Особенно

большую методическую работу по организации разнопланового учебного процесса выполнял ученый секретарь – доц. В.В. Ковалев.

Следует отметить, что регулярную помощь кафедра получала за все периоды от всех сменяющихся деканов физтеха: Ю.В. Егорова, А.Р. Бекетова, В.Н. Рычкова.

2012 – 2015 гг. – удержание кафедры от профессионального выгорания. Эта болезнь естественна и достаточно распространена. Основной костяк ППС кафедры достиг пенсионного возраста, что обострило проблему выживания. К этому времени и наш постоянный партнер центр «БОНУМ» встретил свое 25-летие и там произошла смена руководства. В «БОНУМе» к этому времени остепенились при кураторстве со стороны кафедры 13 специалистов. Преподавателями кафедры на условиях совместительства работали (до начала сокращений в вузе) д.м.н. И.А. Погосян, д.м.н. В.П. Козлова, д.м.н. И.О. Елькин, к.т.н. Т.Я. Ткаченко, к.т.н. О.Х. Каримова. На работу в центр пришло несколько наших выпускников. Однако это партнерство не приносило в вуз дополнительного финансирования, которое стало мерилем успешности. Надежда на



в первом ряду слева направо: О.Г. Инюшкина, Н.Н. Матюхина, Н.В. Лаврухина, И.А. Маркин, С.Л. Гольдштейн, А.Н. Аверьянова, Г.Б. Смирнов, В.Е. Катюхин, В.Н. Токмаков, во втором ряду: Э.В. Шалагина, В.Ю. Караушанов, Д.В. Опарин, А.Г. Кудрявцев, В.И. Рогович, В.В. Ковалев, В.Э.Клюкин, В.Г. Томашевич, Д.С. Евсиков, В.Ю. Плотников, в третьем ряду с пропусками: И.А. Новиков, Л.А. Клюкина, О.А. Евсегнеев, А.В. Поротников, Д.В. Байгозин, Д.Н. Первухин, А.А. Фокин, Е.А. Попко

созданный в 2016 г. Уральский консорциум биомедицины, формации и медицинской инженерии, где мне поручили руководство комиссией «Системная интеграция в здравоохранении», тоже не решила этой проблемы. А без должного финансирования в условиях сокращения штатов средний возраст ППС не понизился, так как молодые, защитившиеся на кафедре бывшие аспиранты, не устремились на научно-педагогическое поприще в вузе. Тем не менее кафедра в 2013 г. прошла аттестацию и продолжила работу.

**4) 2016-2019** гг. – современный период. В конце 2016 г. кафедра вычислительной техники в результате компании «оптимизации» была присоединена к кафедре технической физики физтеха в качестве отдела информационно-интеллектуальных технологий.

«Оптимизация» привела к существенному сокращению площадей, а также и штатов ППС и УВП, что резко увеличило нагрузку преподавателей. Возросли управленческие давления и поток бумаг, стал почти непосильным объем методической документации, особенно в связи с очередной (2018 г.) аккредитацией вуза. Вот список оставшихся сотрудников отдела информационно-интеллектуальных технологий кафедры технической физики Физико-технологического института УрФУ на 2018/2019 гг. - профессора: д.т.н. проф. С.Л. Гольдштейн, д.м.н. И.О. Елькин, д.м.н. В.П. Козлова, к.ф.-м.н. В.И. Рогович, д.т.н. проф. Г.Б. Смирнов, д.э.н. С.Н. Соловьева; доценты: к.т.н.

## **Научная школа «Системная интеграция интеллектоемких технологий» (глазами основателя школы проф. д.т.н. С.Л. Гольдштейна)**

### **Начало моей системной интеграции**

Сейчас я понимаю механизм системной интеграции (МСИИ) как инструмент описания основного технологического бизнес-процесса, логистики, визуализации и управления, а также информационно-компьютерной, системно-научной и человеко-машинной интеллектуальной поддержек.

А в начале 70-х гг. прошлого века первый импульс о необходимости СИИ я почувствовал (после защиты кандидатской диссертации) в связи с проблематикой увязки между собой актуальной тогда базовой проблемы основной технологической кафедры физтеха – кафедры редких металлов:

М.А. Волков, к.ф.-м.н. О.А. Евсегнеев, к.ф.-м.н. В.Ю. Кара-Ушанов, к.т.н. В.Е. Катюхин, к.ф.-м.н. А.В. Кибардин, к.ф.-м.н. В.Э. Клюкин, к.т.н. В.В. Ковалев, к.ф.-м.н. А.Г. Кудрявцев, к.т.н. С.Э. Маркина, к.ф.-м.н. И.Г. Неудачин, к.ф.-м.н. Е.А. Попко, к.т.н. Е.Б. Солонин, к.ф.-м.н. В.Н. Шершнева, старшие преподаватели: А.Н. Аверьянова, Д.С. Евсиков, В.Ю. Плотников, В.Н. Токмаков, А.А. Фокин; состав УВП: ведущий программист Е.Т. Власова, электроник Л.А. Клюкина, ведущий инженер Н.В. Лаврухина, программист Н.Н. Матюхина. При этом не все преподаватели имеют возможность работать на полную ставку, так как ставки сокращены.

Как только образование стало не каждодневным ситуативным, рефлексивным и синергетическим сотворчеством учителя и ученика, а всего лишь услугой, то есть категорией экономической, резко возросло количество менеджеров, желающих, с одной стороны, порулить без понимания профессиональной сути сложнейшего педагогического процесса, а с другой – плодить массу указивок о том, как «сороконожке» ходить и выдавать это за бурную реформаторскую деятельность. После чего «сороконожке» ходить некогда, надо отписываться. А удовлетворение запросов аппарата менеджеров чрезвычайно трудоемко, несистемно организовано сверху, недостаточно поддержано ИТ и, самое главное, пусто в существо.

В феврале 2019 г. пройдена очередная аккредитация.

«Поставить высокотемпературный электротехнологический объект на службу атомной энергетике, например, в виде одной из систем ядерного реактора на расплавах». Проблема тянула за собой вспомогательные задачи (связи с аппаратурой управления электрическим током; со средствами фиксации откликов от объекта; с обработкой информации; с моделированием статистики, поведения и управления для этого объекта; с визуализацией, управлением и др.). Без системного подхода эта увязка не удавалась. А она требовалась для интерпретации данных натурального эксперимента, очень быстро накапливающихся в лаборатории.

Такая идейная предпосылка и гипотеза о продуктивности системной интеграции были первоначально реализованы что называется в железе в лаборатории Ф-117 кафедры редких металлов. К 1978 г. результаты НИОКР по этой тематике нашли отражение в отчетах о НИР, статьях, авторских свидетельствах на изобретения, материалах научных конференций, отмечены медалями ВДНХ СССР.

Затем реализация идей и добыча новых данных продолжились в лаборатории И-105 уже на кафедре вычислительной техники. К 1984 г. на материалах этой экспериментальной базы были опубликованы еще статьи; получены авторские свидетельства на изобретения, грамоты международных выставок (Болгария, Польша, Германия), медали ВДНХ СССР, диплом и большая золотая медаль Лейпцигской ярмарки, выпущены очередные отчеты о НИР. Наша аппаратура для управления натурным экспериментом к тому времени уже комплексировалась с микро-ЭВМ («Электроника-60»).

Наиболее же полное физическое воплощение идея системной интеграции нашла на выделенных ректором кафедре вычислительной техники дополнительных площадях только что сданного (1987 г.) нового корпуса на улице С. Ковалевской в большой (5-оконной) лаборатории Т-801. В ней удалось реализовать интеграцию групп экспериментаторов, моделировщиков и разработчиков аппаратуры по зонам: натурального эксперимента (зона 1), научного приборостроения (зона 2), компьютерной поддержки от управляющей ЭВМ СМ-1840 (зона 3) и имитационного моделирования (зона 4). Затем освоили мини ЭВМ СМ-2, переданную на кафедру ВТ Чепецким механическим заводом для моделирования реальных производственных процессов одного из цехов.

Подобная интеграция обеспечивала быстрое развитие уровня исследований электротехнологических объектов, гибкое реагирование на свежую интересную информацию и на значимые помехи, а также фиксацию новых знаний на основе когнитивного опроса соответствующих специалистов (своих и чужих) и обработку (до моделей) полученной эмпирической информации.

Однако последующие (конца 80-х – начала 90-х гг.) деструктивные социально-экономические процессы в стране привели к снижению актуальности традиционных для физтеха отраслевых средма-

шевских объектов приложения системно-интеграционного подхода. И с середины 90-х гг. в сферу моих интересов по системной интеграции вошли другие, еще более сложные – социоорганизационные объекты. Это дало толчок к развитию МСИИ на основе бесценного предыдущего опыта работы с электротехнологическими объектами.

### **О системной интеграции**

Информатизация сложных объектов на уровне состоявшегося в развитых странах 6-го технологического уклада (определяющего суть современной цифровой экономики, основанной на знаниях) невозможна без использования методологии и инструментария системной интеграции (СИИ). Однако, на практике сама СИИ трактуется все еще весьма неоднозначно и реализуется зачастую лишь как информационно-коммерческая деятельность. Тема нуждается, во-первых, в упорядочении и уточнении терминов; во-вторых, в развитии методологии, теории и инструментария; в-третьих, в их апробации по наиболее значимым для общества направлениям.

Как известно, об определениях не спорят, о них договариваются.

СИИ – это процесс с функцией оказания заказчику услуги по разрешению проблемных ситуаций, возникающих в ходе бизнес-преобразования финансов, материи, энергии, информации и других ресурсов для сложного объекта, путем компьютеризации и интеграции технологической деятельности заказчика с анализом, моделированием и проектированием на основе управляемых информационных, профильных и логистических технологий, обеспечиваемых системно-когнитивной поддержкой, направленной на перевод деятельности заказчика в новое качество с целью его выживания при неблагоприятных условиях и устойчивого развития при благоприятных с передачей знаний в будущее со свойствами интегративности и междисциплинарности, науко- и интеллектоемкости, результативности и управляемости.

Под методологией СИИ я понимаю совокупность типов и видов исследовательской деятельности; ее системно-интеграционных принципов; диалогов по разрешению проблемных ситуаций сложного объекта; подсказок от систем искусственного интеллекта; методов и способов системной интеграции. Под теорией СИИ – пакет моделей от



вербальных до математических. Под инструментарием СиИн - набор средств выявления сложного объекта и фиксации его проблемной ситуации, моделирования, проектирования, реализации, планирования и управления, а также информационно-технологической (ИТ)-поддержки. Размерность методологии и инструментария велика. Однако рациональный выбор методологии, теории и инструментария СиИн зависит не только от их размерности, но и от образовательных и профессиональных компетенций пользователя, разработчика, аналитика-исследователя, управленца и финансиста.

На входе МСиИн – проблемная ситуация заказчика, порожденная неудовлетворенностью корпоративными системами-прототипами, на выходе – ее разрешение, а также новые или развитые инфраструктуры (не только ИТ, но и предметно-технологические) заказчика.

Моделирование большинства профильных (медицинских, педагогических, торговых и даже инженерных и экономических), организационно-управленческих и информационных технологий ведется зачастую несистемно. Нами предложена регулярная схема такого моделирования: «оценка ситуации – постановка задач по ее разрешению – выход на пакет корпоративных и научных прототипов – генерирование гипотез о развитии этих прототипов, как восходящее моделирование нового». В рамках этой схемы, во-первых, рекомендованы компактно представляемые кортежные модели: идеализированной и реальной задач; решателей системных проблем и задач; процедур принятия решений; планирования действий по решению задач; оценок проблематики, проблемы и проблемной ситуации. Во-вторых, предложен пакет системных методов: прототипирования, фиксации исходного и желаемого состояний сложного объекта, целеполагания, планирования и др. Так, например, системный метод прототипирования определяет движение от темы в исходной постановке (через задание направлений информационного поиска; обзор результатов поиска; работу с аналогами и затем с научными и корпоративными прототипами; генерирование гипотез о предполагаемых решениях по преодолению недостатков прототипов; уточнение целей) к четкой постановке задач НИОКР. В-третьих, разработан подход к «восходящему» (по строгости описания) моделированию прототипов и предполагаемых решений по этапам моделиро-

вания: концептуальное, полужформализованное, математическое. Пакет концептуальных моделей (дополняя известные словарные дефиниции, что важно для быстроразвивающихся отраслей знания) содержит общие, базово-уровневые и модификационные формализмы по номинациям: функции, пути реализации функций, структурная основа, направленность, цель и свойства в формах: вербальной, вербально-курсивной, вербально-структурированной, вербально-структурированной с курсивным выделением. Моделирование предложено связывать, прежде всего, со степенью строгости описания. Нами выделены и особо рекомендованы разработчикам ИТ-полужформализованные модели, к которым отнесены системно-структурные, структурные, функционально-структурные, структурно-технологические, алгоритмические, тезаурусно-онтологические и др., обладающие формализованным (аналитическим или функционально эквивалентным графическим) синтаксисом, но нечеткой (интерпретируемой) семантикой и, особенно, прагматикой.

Математическое моделирование в интересах ИТ-поддержки рекомендовано для описания морфологии, поведения, управления и развития цифрового бизнеса заказчика. При этом сформулировано условие завершенности моделирования по оси строгости описания и предложен образ работ по моделированию.

Проектирование организационно-управленческих и информационных (а иногда и профильных) технологий ведется, как правило, тоже несистемно. Нами предложена регулярная универсальная схема: внешнее (системное) – внутреннее, частное (традиционное) – системно-интегрированное проектирование. В рамках этой схемы, во-первых, определен образ работ. Во-вторых, выявлена потребность и разрабатывается автоматизированный генератор системно-обоснованного технического задания на средства разрешения ситуаций, в том числе на информационные системы. Такой генератор предложен в составе: модернизированных систем (электронизации информации; работы с заказчиком и технической документацией; витрины моделей; репозитария данных и знаний; оценщика ТЗ; составления аудитотчета о предпроектном обследовании; форматирования, верстки и утверждения текста ТЗ; управления; визуализации; печати) и новых дополнительных систем: настройки на специфику и системно-интеграционной поддержки.

Нами разработаны средства поддержки компьютеризированной деятельности видеосредой дополненной виртуальной реальности, в том числе развита структура системы дополненной виртуальной реальности и реализовано ее приложение; дана оценка потребных вычислительных мощностей (вплоть до суперкомпьютерных комплексов); показаны место и роль видеосреды в составе 3D-представлений сложного объекта и 5P-представлений ситуаций по работе с этим объектом в структуре ситуационного центра; предусмотрено интегрирование с современными источниками информации, в частности томографами и супер ЭВМ.

### Об интеллектоемких технологиях

А под интеллектоемкими технологиями я понимаю такие, которые, проявляя себя в необычных откликах, обнаруживают сложность структуры и поведения и выступают, с одной стороны, в роли прототипов для развития и, с другой генераторов неявных вопросов: «Зачем? Что? и Как? можно и/или нужно сделать для перехода в новое качество». При этом явный интеллект субъекта (ученого, разработчика, оператора, управленца), направленный на формулирование и разрешение поставленных вопросов, должен найти скрытые до поры внутренние параметры состояния сложного объекта и проблемной ситуации с ним, то есть как бы войти в диалог с когнитивной памятью объекта, которая, как правило, далеко не пуста.

Все предметы исследовательской деятельности нашей команды были интеллектоемки, но это еще не вся правда. Дело в том, что, во-первых, для креативной работы нужен особый интеллект, на формирование которого физтеховская система образования и была ориентирована первоначально (с конца 40-х гг. XX в.), а, во-вторых, с развитием искусственного интеллекта возникло множество задач когнитологического характера, в частности, извлечения знаний из голов лучших профильных специалистов для последующего формализованного описания этих знаний до уровня и языка, понятного компьютеру. В результате особо значимой стала интеллектоемкость объектов и технологий. При этом еще раз отмечу, что технические объекты далеко не самые сложные из тех, с которыми приходится иметь дело.

А значимость тематики системно-интеграционной поддержки интеллектоемких технологий

в социоорганизационной сфере была очевидной. Так, по крайней мере последние 10 лет президент и премьер РФ неоднократно выражали недовольство темпами и результатами информатизации общества, в том числе в сфере здравоохранения. Аналогичные оценки и у руководителей Свердловской области. Одна из основных причин этого – несистемный и неинтегративный характер управления, в том числе информатизацией, в том числе в медицине. Поэтому оказалось актуальным научно-техническое направление, в рамках которого нами были разработаны научные основы системной интеграции, в том числе информационно-интеллектуальных и медико-организационных технологий, представленные методологией и теорией; пакетом моделей (концептуальных, системно-структурных, структурных, структурно-функциональных, кортежных, алгоритмических, информационных, критериальных и математических); инструментарием; эмпирическим материалом; апробациями и внедрениями в здравоохранении Свердловской области.

### О примерах системной интеграции медико-организационных, информационно-интеллектуальных и других технологий

Система здравоохранения (в том числе многопрофильные медицинские учреждения, оказывающие комплексную высокотехнологичную реабилитационную помощь) – сложной социально-экономической объект, нуждающийся в системной интеграции организационно-управленческих и интеллектуально-информационных поддержек медицинских и немедицинских технологий. Методология, теория и инструментарий СиИн требуют настройки на специфику задач здравоохранения. Такой эмпирический материал, наработанный нами совместно с заказчиками от медицины, послужил основой для оценки адекватности общих моделей, создания конкретных моделей многочисленных и разнообразных медицинских бизнес-процессов и определения эффективности предлагаемых решений.

Основной заказчик приложения научных интересов с 1996 г. – научно-практический центр (НПЦ) «БОНУМ», г. Екатеринбург – многопрофильное медицинское лидирующее учреждение, известное не только в РФ, но и за рубежом. Необходимость реализации стратегии выживания и последующего

развития в условиях неблагоприятной экономической ситуации 90-х гг. потребовала привлечения профессионалов по работе со сложными объектами: системных аналитиков, системотехников, специалистов по информационным технологиям. Поэтому в 1997–2002 гг. на базе НПЦ совместно с кафедрой вычислительной техники физико-технического факультета Уральского государственного технического университета были разработаны методология системной медико-технической интеграции, пакеты моделей и адекватный интеллектуально-информационный инструментарий. Это позволило создать и предложить теоретическую базу СиИн для оказания комплексной медико-социально-психолого-педагогической помощи детям с врожденной и приобретенной патологией, а также для управления этим процессом на информационной основе. С использованием результатов наших предыдущих НИОКР по СиИн было сделано следующее:

во-первых, теоретически обоснована необходимость интеллектуально-информационной поддержки при разрешении ситуаций разного уровня проблемности. Так, в простых ситуациях для принятия качественного решения достаточно обеспечить доступ к достоверной и полной информации с помощью релевантной интегрированной медицинской информационной системы (МИС). С повышением уровня проблемности ситуации возрастает необходимость в системной интеллектуальной подсказке, которую могут обеспечить эксперт в предметной области и эксперт-системотехник или специально разработанное программное средство – системный интеллектуальный подсказчик, если носитель естественного интеллекта занят или недоступен; во-вторых, предложена модель дополнительной организационной структуры: научно-практическая лаборатория фундаментальных основ системной интеграции когнитивных технологий; отдел системной координации научных исследований и новых технологий; информационно-аналитический отдел. Они были призваны функционировать по специально созданным алгоритмам. Лаборатория проводит экспериментальные исследования и моделирование перманентной информатизации, нарабатывает теоретические основы и модели технологии жизненного цикла системных интеллектуальных подсказчиков для специалистов: педиатров, офтальмологов, неврологов, ортопедов, логопедов, экономистов, управленцев и т.д. Отдел координации определяет

стратегию и тактику системного проведения НИОКР сотрудниками центра, развивая интеллектуальный потенциал организации и обеспечивая интеллектуально-информационную базу для разработки МИС, в том числе формируя системно-обоснованные технические задания, создавая модели критериев и методики оценки качества результатов научных исследований и новых медицинских технологий. При этом информационно-аналитический отдел обеспечивает аналитическую обработку данных до динамических моделей, реализуя технические задания на МИСы, внедряя разработанные по ним МИСы и системные интеллектуальные подсказчики.

Системно-интеграционная методология, доведенная до алгоритмов, адаптирована нами к организации всех видов работ по единой регулярной схеме: «формирование концепции – создание научно-функциональных групп и других организационных форм – информационный поиск и прототипирование – построение пакета моделей с подтверждением научной и корпоративной новизны – системное и традиционное проектирование – реализация и внедрение – мониторинг и контроллинг с оценкой результатов».

Созданная система интеллектуально-информационной поддержки обеспечила удобный доступ к необходимым моделям, а не только к эмпирическим данным, со значительными медико-социальными и экономическими эффектами.

В результате теоретически обоснованы и внедрены в центре «БОНУМ» модели, алгоритмы, специальные структуры, механизмы и инструментарий, базирующиеся на методологии системной интеграции, по направлениям:

- комплексная интеллектуально-информационная поддержка управленческих решений (оргформы: отдел координации научных исследований и новых технологий; проблемные комиссии, междисциплинарный экспертный совет, совет по инновационной деятельности медицинских работников среднего звена, телесовещания; инструментарий: специализированные базы данных, в том числе, база данных научной деятельности; корпоративная система знаний; система управления бизнес-процессами, видеоконференцсвязь);
- комплексная интеллектуально-информационная поддержка развития персонала: (оргформы: ежегодные сессии по оценке эффективности разви-

- тия медицинского и педагогического персонала; корпоративный университет; телемедицинский консультативно-образовательный центр, специализированные информационные системы для поддержки диссертационных исследований, проводимых сотрудниками центра; инструментарий: информационно-компьютерная система «Досье специалиста», программы обучения для корпоративного университета; электронный научный журнал «Системная интеграция в здравоохранении», издание сборников научных трудов и монографий по тематике системной медико-технической интеграции);
- комплексная интеллектуально-информационная поддержка профильной медицинской деятельности: (оргформы: научно-практические лаборатории (в том числе фундаментальных основ системной интеграции деятельности медицинского учреждения; комплексной безопасности функционирования учреждения), междисциплинарные научно-функциональные группы; инструментарий: медицинская информационная система «Электронная карта пациента», специализированные базы данных областных детских центров, входящих в состав «Бонума», системные интеллектуальные подсказчики для прогнозирования развития заболевания и выбора тактики лечения и реабилитации);
- комплексная интеллектуально-информационная поддержка информационно-презентационной деятельности в интересах пациентов: (оргформы: контакт-центр, электронная запись пациентов,



На вручении премии Губернатора Свердловской области в сфере информационных технологий за работу «Системная интеграция информационно-интеллектуальных и медико-организационных технологий», 2013 год (слева от губернатора Е.В. Куйвашева – к.т.н. Т.Я. Ткаченко, справа – д.м.н. С.И. Блохина)

конференции, выставки, издание методических материалов, телеконсультации врачей, педагогов, социальных работников; инструментарий: корпоративный сайт, информационные киоски и электронные панели, видеоконференцсвязь).

В 2013 г. эти научные результаты удостоены премии губернатора Свердловской области в сфере информационных технологий.

Период с 2014 по 2018 гг. в НПЦ (теперь МКМЦ) «БОНУМ» пришелся не только на неблагоприятные социально-экономические условия во внешней среде, но и на фазу частичного психологического выгорания и усталости в кадрах, естественно накопившихся за более чем четвертьвековую историю центра с момента организации. Методология системной интеграции и в этой ситуации помогла создать в виде документа «Стратегию развития центра на 2019–2021 гг.» на базе новых или развиваемых организационно-управленческих структур: проектного центра, службы контроллинга, отдела аналитики и катмнеза, кабинета оценки ресурсно-результативных потенциалов, системы повышения специализированной организационно-управленческой квалификации сотрудников, инновационного маркетинга и др., а также реинжиниринга научной, предпринимательской и IT-деятельности.

Таким образом, смоделированный, разработанный и применяемый системно-интеграционный инструментарий, отличающийся новизной моделей и технических решений, призван поддерживать работу всех составляющих реабилитационного процесса (от предоставления информации пациентам и их семьям, формирования эффективной и компетентной команды специалистов до генерирования интеллектуальных подсказок для принятия решений и оценки результатов комплексной реабилитации), позволяет значительно повысить доступность помощи при работе с территориями Свердловской области, обеспечить оперативность, гибкость и непрерывность управления реабилитацией пациентов и перманентного реинжиниринга самого медицинского центра.

При разработке Концепции информатизации здравоохранения Свердловской области (2008 г.) нами была создана модель инструмента управления этим процессом в составе систем: описания объекта, финансирования, технологий, поддержки и сервиса, управления жизненным циклом и системной

интеграции с детализацией до подсистем и блоков. Модель была признана и использована рабочей группой создателей Концепции с ее утверждением правительством Свердловской области в 2010 г.

Для главных врачей Екатеринбурга и Свердловской области проведены в 2006–2013 гг. при НПЦ «Уралмедсоцэкономпроблем» (с нашим участием) периодические курсы переподготовки и повышения квалификации по информатизации здравоохранения со стержневой методической установкой на системную интеграцию.

Для распространения теоретических и прикладных результатов НИОКР по тематике СИИ по инициативе проф. С.Л. Гольдштейна создан и с 2008 г. регулярно издается электронный научный журнал «Системная интеграция в здравоохранении» ([www.sys-int.ru](http://www.sys-int.ru), свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-32479 от 09.06.2008 г.

Повышение квалификации специалистов центра «БОНУМ», как исследователей, поддержано различными организационными формами, созданными в рамках системной интеграции: корпоративным университетом, телемедицинским консультативно-образовательным центром, системой внутренних грантов, ежегодными конкурсами научных проектов и др.

С 2000 г. организована и ведется подготовка студентов по направлению «Информационные системы в медицине» на кафедре вычислительной техники (с 2017 г. – на кафедре технической физики) Уральского федерального университета с базой в «БОНУМе», единственная в Урало-Сибирском регионе. С 1998 г. реализована общественно-научная аттестация кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) через систему «ВЭКК-ВМАК» на стыке информатики, системотехники и здравоохранения в диссертационных советах при центре «БОНУМ», в Уральском институте кардиологии и в других структурах.

С целью дальнейшей коммерциализации результатов НИОКР в 2012 г. созданы (при нашем участии) НО «Региональная медицинская бизнес-корпорация» и ООО «Системный интегратор здоровья».

Развитая таким образом системная интеграция информационно-интеллектуальных и медико-организационных технологий – высокоэффективное средство разрешения проблемных ситуаций со сложными объектами, в том числе из сферы здравоохранения. Этот вывод подтвержден нашим 25-летним опытом взаимодействия системных аналитиков и интеграторов, IT-специалистов и врачей. Результаты разработки методологии, теории

и инструментария этой интеграции отличаются научно-технической новизной, социальной значимостью и коммерциализуемостью.

Большой вклад внес в эту тематику доцент к.ф.-м.н. В.Н. Шершнев – крупный специалист по математической обработке медицинской и биологической информации.



К 2000 г. это направление оформилось, в частности как медико-техническая интеграция, реализованная в центре «БОНУМ». А в целом достижения в этой области подтверждены

через президиум Российской академии естествознания как научная школа «Системная интеграция интеллектуальных технологий» (рук. С.Л. Гольдштейн, сертификат №117 от 2008 г.).

В этом направлении выполнен ряд других работ. В 2004–2006 гг. для Института истории и археологии УрО РАН - НИР «Подготовка социального паспорта Ямало-Ненецкого автономного округа» в части информационно-интеллектуальной поддержки; в 2007 г. – цикл НИОКР «Системно-интеллектуальный тренажерный комплекс-подсказка для разрешения проблемных ситуаций» по заказу УГТУ и НИР «Разработка систем мониторинга и методики оценки индикативных показателей развития электронного здравоохранения Челябинской области» по заказу «НТЦ телемедицина УрФО»; в 2013–2019 гг. – НИР «Комплекс медико-диагностического программного обеспечения для качественной оценки диссеминированного поражения легких».

Основные соисполнители: доктора наук: Е.М. Грицюк, И.О. Елькин, В.П. Козлова, С.Н. Соловьева, кандидаты наук: С.Э. Маркина, С.С. Печеркин, Т.Я. Ткаченко, В.Н. Шершнев.

#### **Аппаратура для исследования и управления электротехнологическими объектами**

Проблематика этой области прежде всего была связана с разработкой нового подхода к средствам получения первичной информации о состоянии объектов электротехнологии и к наведению информационного субпорядка. Специальное внимание уделялось совместимости объекта и аппаратуры, первичным источникам информации, созданию датчиков информативных откликов. Введено понятие совместимости объекта и аппаратуры,

предложены критерии качества совместимости, получены алгоритмы оценки совместимости, дан способ оперативно-структурной перестройки аппаратуры для выполнения функционального и диагностического тестирования на совместимость. Проведена оценка информативности первичных откликов и их зашумленности. Предложен ряд конструкций электродов сравнения, обеспечивающих повышенную их отказоустойчивость в сложных нагруженных условиях эксплуатации при высокой температуре и агрессивной среде. Показана возможность повышения информативности откликов за счет определения особых точек в физическом пространстве технологического аппарата, в частности, решена задача о месте размещения электрода сравнения для достижения минимума омических потерь за счет эффекта искажения симметрии электрического поля. Предложены конструкции измерительных ячеек с четвертым контрольным электродом, обеспечивающим развязку измерительной и поляризующей цепей, а также измерительных ячеек с несколькими модулями, представленными двумя и тремя электродами, для оперативного контроля состава фаз. Разработаны конструкции измерительных ячеек со световодными каналами, источниками освещения и приемниками оптического отклика. Выдвинута идея объекта-лидера в составе технологического аппарата. В результате разработки дополнительных средств получения первичной информации обеспечена электрическая и информационная совместимость объекта и аппаратуры, расширена информационная основа натурального эксперимента, заложены предпосылки повышения избирательности и скорости электротехнологических процессов на один-два порядка.

Параллельно шли работы по наведению информационного субпорядка, а именно структуризации информации с точки зрения предметного аспекта, носителей и семиотики. Результаты служили основой для последующего корректного проектирования баз данных и систем знаний.

Оригинальные решения были получены в области приборов для научного исследования.

Аппаратура первого поколения представлена комплексом типа ИП40-70, обеспечивающим функции – собственно потенциостатирования, регистрации откликов, импульсного управления

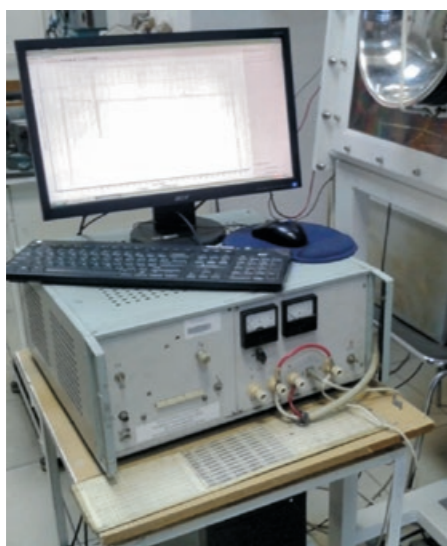


На научной конференции «Системная интеграция в здравоохранении» (студенты с сертификатами участников, слева – главный врач центра «БОНУМ» д.м.н. Е.А. Дугина), 2017 год

током, порогового ограничения тока. Базовые разработки: потенциостаты типа П200-7 (1965) и П40-70 (1972), комплекс ИП40-70 (1975). Элементная база – электровакуумные приборы и дискретные вентили.

Аппаратура второго поколения представлена комплексом типа АВЭК/ВЭЛК, обеспечивающим функции собственно потенциостатирования, импульсного потенцио- и гальваностатирования, тестирования объекта на частоте самовозбуждения, дискретной регистрации откликов. Базовые разработки: потенциостаты типа П20-10 (1978), потенциостаты – гальваностаты типа ПГ40-10 (1980), генераторы мощных импульсов прямого и обратного токов типа ГМИ ПТ и ГМИ ОТ (1982), регистраторы быстрорелаксирующих откликов (1984 г.). Элементная база – дискретные вентили и интегральные схемы. Вычислительная база – микро-ЭВМ в стандарте «Электроника-60».

Аппаратура третьего поколения (разрабатывалась до 1994 г.) предусматривала широкое применение математического моделирования, вычислительной техники, информатики и теории управления для диагностики и восстановления работоспособности электротехнологического объекта, выявления и регистрации новых информативных откликов. Элементная база – иерархия вычислительных мощностей – от контроллеров и персональных компьютеров до сетей и комплексов.



Аппаратура на основе этой разработки востребована в институте высокотемпературной электрохимии УрО РАН до сих пор, 2018 г.



На стенде Лейпцигской ярмарки с экспонатом – автоматизированной системой для исследования и управления электротехнологическими объектами, 1984 г.

Принципиально новые результаты были получены в области разработки аппаратуры и способов нестационарного управления электротехнологией.

В аппаратуре потенциостатического управления оригинальные технические решения получены за счет введения дополнительных блоков и связей в известные структурные схемы.

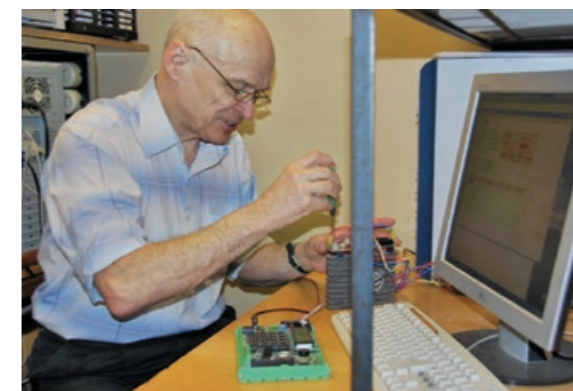
В аппаратуре импульсного управления новые технические решения получены за счет введения в силовую цепь электроэнергетического агрегата питания электролизера током дополнительного блока, обеспечивающего импульсный режим и настройку датчика калиброванных импульсов: по динамике электрофоретического движения или альбедо границы солевого расплава и жидкого электрода; по скорости изменения интенсивности отраженного пучка света, цель – увеличение выхода металла по току, повышение избирательности и производительности.

В аппаратуре импульсно-потенциостатического управления оригинальные решения достигнуты путем введения в схему трехэлектродного потенциостата новых блоков: дифференцирующего усилителя, источника опорного напряжения и порогового элемента с целью повышения производительности электролиза за счет оптимизации длительности бестоковых пауз; аналитических электронных

весов с чувствительным элементом от рабочего электрода, кулонометра и вычислителя с целью повышения производительности электролиза за счет оптимизации длительности импульсов тока.

В лаборатории ХИТ ИВТЭ УрО РАН проводятся исследования электрических характеристик нового поколения сверхмощных термоактивируемых химических источников тока резервного типа (ТХИТ) с использованием аппаратуры разработки кафедры ВТ ФТИ УрФУ. Ее особенность – широкий спектр исследуемых электрических параметров с возможностью компьютерного программирования режимов, которые охватывают большинство условий, устанавливаемых потребителями источников тока. Квалифицированно разработанное программное обеспечение и воплощенные в железе технические решения обеспечивают достоверные экспериментальные данные, позволившие начать производство пяти типов ТХИТ и продолжить исследование и разработку новых ТХИТ.

Аппаратура управления избирательностью и скоростью электро-технологических процессов экспонировалась на выставке научного приборостроения, на международной выставке «Химия-82» (Москва, 1982), на Международной выставке «Высшее образование в СССР» (ФРГ, г. Дюссельдорф, 1982), отмечена двумя медалями ВДНХ СССР (1976, 1982 гг.), Дипломом и Большой Золотой медалью Лейпцигской ярмарки (1984), получила признание в академических (Институт электрохимии РАН, Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, ИОНХ РАН, ИОНХ АН Украины) и отраслевых (Республиканский научный центр атомных реакторов, г. Димитровград; Физико-энергетический институт, г. Обнинск; Институт титана, г. Запорожье; ВАМИ,



Доцент В.В. Ковалев за решением очередной приборостроительной задачи

г. Санкт-Петербург и т.д.) институтах, а также на заводах (ОЦМ, г. Екатеринбург; Чепецкий механический завод, г. Глазов; Электроцинковый завод, г. Челябинск).

С 1980 г. до развала 90 г. проф. С.Л. Гольдштейн был членом комиссии по научному приборостроению АН СССР.

Разработаны основные виды обеспечения автоматизированных систем для научного исследования (АСНИ) и управления (АСУ ТП типа «СКАЛА» и «УРАЛ») избирательными электротехнологическими процессами: методического, аппаратного, программного и информационного. В рамках методического обеспечения накоплен банк моделей и алгоритмов для электротехнологических объектов с редкими, цветными и благородными металлами. Аппаратурное обеспечение представлено оригинальными разработками по средствам сбора, измерения, контроля, управления, обработки информации, реализованными в устройствах с жесткой или программируемой логикой. Программное обеспечение реализовано во всех основных метафорах программирования для микро-, мини- и больших ЭВМ. Информационное обеспечение представлено схемами основных информационных потоков, циклами обращения информации, информационно-функциональными моделями объекта, информационными структурами типа баз данных и систем знаний.

В настоящее время на кафедре продолжает работать научное направление по компьютерному моделированию физико-химических и физических процессов. Группа сотрудников и студентов под руководством профессора, действительного члена РАЕН, д.т.н. Г.Б. Смирнова строит компьютерные имитационные модели, которые позволяют поставить вычислительный эксперимент, дающий возможность с минимальными затратами изучать и оптимизировать электрохимические процессы получения металлических порошков, рафинирования металлов и получения изделий методом гальванопластики в солевых расплавах.

При участии профессоров Г.Б. Смирнова и В.И. Роговича, молодых доцентов к.ф.-м. н. Е.А. Попко и О.А. Евсегнеева совместно с сотрудниками





кафедры ФМПК на основе генетических алгоритмов создан программный комплекс, решающий ряд задач идентификации первого и второго рода явления термолюминесценции в диэлектриках. При этом достигнута полная идентификация структуры этого процесса и высокая точность определения значений его параметров.

Основными соисполнителями по созданию аппаратуры и методов исследования, моделирования и управления электро-технологическими процессами были: доц. к.т.н. М.Л. Гольдштейн (по основной работе - зав. отделом вычислительной техники Института математики и механики УрО РАН), доценты кафедры ВТ кандидаты наук: В.В. Ковалев, А.Б. Корчагин, Е.Б. Солонин, Э.П. Макаров, инженеры: В.А. Крылосов, А.М. Рябухин и др.

### Искусственный интеллект. Системы знаний и управления знаниями

Интуиция научного руководителя – проф. С.Л. Гольдштейна, логика научного исследования и в определенной степени смена социального заказа привели к тому, что после накопления большого оригинального материала (по интегративной системно-управленческой и аппаратно-информационной поддержке предметных технологий) с начала 90-х гг. быстрое развитие в коллективе получила тематика, связанная с системами, основанными на знаниях.

Первая оболочка экспертной системы (BODOL) была разработана в 1990 г. и в рамках предикатного представления знаний настроена на электротехнологические и медицинские объекты. В медицинском варианте она была внедрена на фирме «АШИД» в городской клинике №3 г. Улан-Батор (Монголия) и адаптирована под учебный процесс по курсу «Системотехника» (ППП «RUSO», v.1.0 – 1993 г., v. 1.1 – 1998 г.)

Параллельно была предложена схема информационно-технологической среды для работы пользователя-предметника (лица, принимающего решения), эксперта и разработчика со сложным объектом нечетких технологий посредством использования интеллектуальной инструментальной среды в составе: футляр, оболочка, система знаний, системный монитор. Введены понятия инструментальная среда системотехнического обслуживания сложного объекта (ИС СОСО), системный интеллектуальный

подсказчик (СИП), трехзвенная (развитая потом до пятизвенной) гиперграфовая гипертекстовая мультимедийная система знаний (СЗ), системный монитор (СМ). Разработаны элементы теории и технологии создания ИС СОСО, СИП, СЗ и СМ.

Обозначилась оригинальная (на пионерском уровне) авторская разработка в области, которая чуть позже оформилась в мировой информационной практике как системы, основанные на знаниях (СОЗ).

Необходимость создания интеллектуального информационного средства для решения проблем управления различными сложными системами (особенно социоорганизационными) стала очевидной давно. Подобным системам, будь то образовательные, медицинские, силовые структуры или органы государственного управления, присуща сложность, обусловленная слабой формализованностью понятий и отношений внутри предметной области. Во всех этих предметных областях приходится иметь дело с нечеткими технологиями, то есть технологиями, которые представлены как формализованными, так и неформализованными (неполными, ошибочными, неоднозначными, противоречивыми, неосвоенными) знаниями. Однако сложность возрастает на порядки, когда приходится рассматривать управление подобными нечеткими технологиями с выходом на принятие решений по проблемным ситуациям. При этом практически единственным доступным ресурсом для решения управленческих проблем в современных условиях остается информация, знания, причем особенно знания системные. Однако именно управленческие задачи менее всего оснащены не только интеллектуальными, но и любыми информационными средствами поддержки, а старшие управленцы сегодня – наименее обслуженная (специалистами по системным и информационным вопросам) часть организационной иерархии. В результате чрезвычайно актуальной стала прикладная задача создания автоматизированного рабочего места руководителя, требующая фундаментальных разработок в области систем знаний и систем управления знаниями.

К примеру, доцент к.ф.-м.н. В. Ключин сделал признанные научные разработки по ИИ, его книга «Программирование интеллектуальных систем на Microsoft Visual C++ .NET» стала лауреатом Всероссийского конкурса на лучшую научную книгу 2007 г., проводимого Фондом развития отечественного



Доцент В.Э. Ключин и ст. преподаватель Д.С. Евсиков за отладкой собственной интеллектуальной разработки.

образования в номинации «Информационные технологии». Из научно-исследовательской группы вышли известные воспитанники: Илья Бирюков (сейчас живет в USA и успешно работает в IT), старшие преподаватели В.Ю. Плотников и Д.С. Евсиков, Сергей Долганов (сейчас живет в Санкт-Петербурге, имеет прямое инвестирование израильской IT-корпорации, регулярно докладывает свои исследования на ведущих зарубежных конференциях).

Основные соисполнители по этой тематике: доценты С.А. Бельков, П.И. Браславский, О.Г. Инюшкина, В.Э. Ключин, А.Г. Кудрявцев, Т.Я. Ткаченко, к.ф.-м.н. С.С. Печеркин, к.т.н. Ю.Р. Яковлев, аспиранты: Е.С. Джмухадзе, Е.Н. Малышева

### Системно-интеллектуальный и компьютерно-информационный аспекты подготовки кадров

Прежде всего был разработан алгоритм организации исследовательской деятельности студентов (1983-1984 гг.) и созданы концептуальные модели внеучебного коллективного творчества студентов на общетехнической кафедре компьютерного профиля и предложена физическая модель элементов научного исследования в традиционных формах обучения (1987 г.).

Обобщен опыт компьютерной подготовки различных категорий обучаемых за период 1985 гг. как на кафедре общеинститутской. В том числе студентов (в рамках базовой подготовки); аспирантов второго года обучения; преподавателей вузов (в рамках ФПК по применению ЭВМ в учебной и научной работе, курсов и стажировок); учителей дисциплины «Основы информатики и вычислитель-

ной техники (ОВИТ)» средних учебных заведений; учащихся 9–10 классов (по машинному варианту ОВИТ). Годовой контингент: студенты всех форм обучения – 4000; аспиранты – 100; слушатели ускоренных (двухмесячных) потоков ФПК – 700; четырехмесячных – 60; учителя дисциплины ОВИТ – 70; учащиеся школ – 400. Базовая компьютерная подготовка студентов составляла от 80 до 180 часов в зависимости от специальности. Она включала выполнение расчетно-графической работы. Суммарное дисплейное время на одного студента росло от 20 до 100 часов в год. Специальная подготовка для отдельных специальностей велась в рамках дисциплины «Применение ЭВМ в технологии». Аспиранты (обычно второго года обучения) проходили подготовку по обязательной 100-часовой программе с выполнением индивидуального задания. Ускоренный ФПК был ориентирован на 210 часов аудиторных занятий и 110 внеаудиторных.

Разработан (1997-1998 гг.) метод специального повышения квалификации старших руководителей, сформированный на основе материала, накопленного в рамках Свердловского отделения научно-учебного комплекса (1986-1992 гг.), Факультета повышения квалификации при УГТУ (1986-1992 гг.), Института развития регионального образования при Департаменте образования правительства Свердловской области (1993-1996 гг.), Международного института бизнеса и информационных стратегий совместно с университетом Брэдли, США (1997-1998 гг.). Наиболее эффективной оказалась методика стрессового погружения старших ЛПР (директора, их замы) на 1–2 недели с написанием выпускной работы. Повышение системной, управленческой, экономической и информационной квалификации старших ЛПР дает качественно новое отношение между обучаемым и обучающим. После повышения квалификации обучаемый готов выступить в роли заказчика разработки по системной интеграции. Тогда обучающий переходит в статус специалиста по консалтингу.

С приобретением в 1988 г. статуса выпускающей кафедры ВТ реализовала в полной мере возможности физтеховской модели подготовки креативных инженерных кадров. В это же время к преподаванию были широко привлечены крупные специалисты по математике и информатике из Института математики и механики УрО РАН. Навязанный позднее переход на двухуровневую



схему «бакалавриат-магистратура» не улучшил этой классической модели.

На базе кафедры оформилась модель содействия в подготовке и аттестации кадров высшей квалификации, реализованная (с 1998 г. по н.в.) в системе Регионального Свердловского отделения международного межакадемического союза (СО ММС), Высшего экспертно-квалификационного комитета (ВЭКК) с Высшей межакадемической аттестационной комиссией (ВМАК) и параллельным присуждением отечественных ученых степеней кандидата и доктора наук и западных – PhD и DSc, нострифицированных и признанных. Этой моделью за 20 лет воспользовалось более 150 представителей интеллектуальной элиты реального бизнеса и социальных структур не только Уральского региона.

В 2018 г. по инициативе инженера кафедры А.В. Рожкова создан Молодежный центр проектирования электронных систем.

В 2004 г. основана Уральская компьютерная школа (УКШ) для подготовки элитных специалистов путем выявления, образования, воспитания, поддержки и развития наиболее одаренных ребят из числа старшеклассников города и области, склонных к профессиональной деятельности в сфере информатики.



С апреля 2012 г. УКШ носит имя академика Н.Н. Красовского. Руководитель – проф. к.ф.-м.н. В.И. Рогович, многолетний председатель областного жюри и член жюри российских и международных олимпиад по информатике.

Под его руководством впервые в истории российская команда вышла в финал и заняла 3-е место на Олимпиаде по программированию среди студентов в Атланте, США.

Основная цель компьютерной школы – подготовка ребят к профессиональной работе в области программной инженерии и робототехники. Для достижения такой непростой цели, приходится решать такие же непростые задачи.

**Во-первых**, учениками школы становятся только талантливые ребята, прошедшие жесткий отбор по результатам решения задач заочной

олимпиады по информатике и очного собеседования. Кроме того, Уральская компьютерная школа является полностью бесплатной для школьников. Этот факт позволяет получить блестящую подготовку не только резидентам столицы Урала, но и талантливым ребятам из отдаленных районов области.

**Во-вторых**, во время учебы в УКШ ребята получают возможность выбрать одно из нескольких направлений, что позволяет им более эффективно использовать свои способности. Кому-то более интересно заниматься научными исследованиями, другим интересна разработка программ, третьим – робототехника. Отдельное направление образуют ученики, способные с легкостью решать сложнейшие задачи профильных олимпиад по информатике.

**В-третьих**, ученики школы имеют возможность общаться с уже состоявшимися профессионалами IT-области. Представители различных уральских компаний регулярно читают лекции и, что самое главное, предлагают ребятам решать вполне серьезные и актуальные задачи из своих областей.

**Наконец**, для ребят, оканчивающих школу, подводится личный рейтинг. Он складывается как из успехов на олимпиадах и конкурсах, так и из текущих результатов в течение учебного года. Лучшие выпускники УКШ получают Золотые и Серебряные сертификаты ректора УрФУ, дающие преференции при зачислении в УрФУ (при прочих равных условиях).

Школьники из Екатеринбурга и ближайших городов-спутников имеют возможность заниматься в компьютерных классах УрФУ. На кафедре вычислительной техники, Физико-технологического института есть вся необходимая современная IT-инфраструктура для проведения занятий. В



Первый выпуск Уральской компьютерной школы имени Н.Н. Красовского, 2004 г.

скором появится и лаборатория для проведения исследований в области робототехники.

Иногородние слушатели, у которых нет возможности посещать очные занятия, получают необходимые знания с помощью дистанционных технологий.



Основные соисполнители по тематике разноплановой подготовки кадров по IT: кандидаты наук С.А. Бельков, В.Ю. Кара-Ушанов, С.М. Кащенко, А.В. Кибардин, А.Г. Кудрявцев, Э.П. Макаров, И.Г. Неудачин, Т.Я. Ткаченко, ст. преподаватели И.П. Плотичина, Т.В. Сулим, Н.А. Тукмачева и др.

### Публикационная активность ППС

№ п/п	Ф. И. О.	Публикации за годы работы на кафедре по видам:							
		Монографии	Учебные пособия	Методические указания	Статьи	Патенты	Свид. о регистрации программы ЭВМ	Тезисы, конференций	Отчёты о НИР
<b>Профессора</b>									
1	Гольдштейн С.Л.	9	14	38	500	98	8	400	92
2	Елькин И.О.	7	4	5	108	-	-	32	5
3	Козлова В.П.	1	1	6	175	1	1	83	-
4	Рогович В.И.	1	40	20	200	1	1	20	4
5	Смирнов Г.Б.	1	12	14	74	23	-	87	22
<b>Доценты</b>									
6	Волков М.А.	1	5	2	18	-	2	2	-
7	Евсегнеев О.А.	-	1	-	8	-	2	8	-
8	Захарова Г.Б.	2	-	-	19	1	-	96	-
9	Кара-Ушанов В.Ю.	2	9	21	20	-	-	17	-
10	Катюхин В.Е.	-	7	-	48	-	-	25	5
11	Кибардин А.В.	-	18	27	43	-	-	20	7
12	Клюкин В.Э.	2	4	-	180	7	4	40	9
13	Ковалёв В.В.	-	1	2	24	1	-	10	8
14	Кудрявцев А.Г.	1	1	-	15	3	-	20	3
15	Маркина С.Э.	-	1	5	15	-	2	20	4
16	Неудачин И.Г.	1	3	9	103	-	-	29	2
17	Попко Е.А.	1	2	-	19	-	7	19	-
18	Соловьева С.Н.	2	2	-	21	-	4	11	-
19	Солонин Е.Б.	-	3	8	27	9	-	18	3
20	Ткаченко Т.Я.	4	1	3	153	1	4	180	5
21	Шершнёв В.Н.	2	-	3	107	8	-	36	-
<b>Старшие преподаватели</b>									
22	Аверьянова А.Н.	-	-	2	6	-	-	3	-
23	Евсиков Д.С.	-	-	-	7	-	4	-	-
24	Плотников В.Ю.	-	-	1	8	-	5	-	-
25	Токмаков В.Н.	-	-	2	18	-	-	19	-
<b>ИТОГО</b>		<b>37</b>	<b>130</b>	<b>169</b>	<b>1916</b>	<b>155</b>	<b>44</b>	<b>1195</b>	<b>169</b>



Слева направо: сидят – инженер Н.В. Лаврухина, доц., к.т.н. О.Х. Каримова, зав. каф., проф., д.т.н. С.Л. Гольдштейн, администратор кафедры программист Е.Т. Власова, ст. преп., помощник уч. секретаря А.Н. Аверьянова, профорг, программист Н.Н. Матюхина, стоят – уч. Секретарь, доц., к.т.н. В.В. Ковалев, доц., к.т.н. В.Г. Томашевич, доц., к.ф.-м.н. В.Н. Шершенев, доц., к.ф.-м.н. В.Э. Ключин, доц., к.ф.-м.н. Е.А. Попко, доц., к.ф.-м.н. О.А. Евсегнеев, доц., к.ф.-м.н. А.Г. Кудрявцев, зам. зав. каф., проф., д.т.н. Г.Б. Смирнов, доц., к.ф.-м.н. И.Г. Неудачин, ст. преп. Д.С. Евсиков, проф., к.ф.-м.н. В.И. Рогович, электроник И.А. Маркин, доц., к.т.н. Т.Я. Ткаченко, доц., к.т.н. С.Э. Маркина, ст. преп. В.Н. Токмаков



Кафедра  
**ФИЗИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ И  
ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ  
КАЧЕСТВА**



## Кафедра ФМПК – высокое качество образования и науки

*А.И. Слесарев, И.Н. Вайнштейн*

Специальность «Физические методы и приборы контроля качества» была открыта в нашей стране в 1982 г. по предложению академика Б. Патона. В сентябре 1983 г. по инициативе профессора кафедры экспериментальной физики В.С. Кортova и при активной поддержке директора Института физики металлов УНЦ АН СССР М.Н. Михеева и академика С.В. Вонсовского в УПИ на Физико-техническом факультете была организована кафедра физических методов и приборов контроля качества – ФМПК.

Новое учебное подразделение было создано на базе лаборатории экзoэмиссионного контроля кафедры экспериментальной физики, где под руководством профессора В.С. Кортova успешно разрабатывались методики контроля дефектности поверхностных слоев материалов, изделий и сред. В состав вновь создаваемой кафедры вошел также отдел прикладной биофизики, которым руководил профессор Р.И. Минц. Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации. В.С. Кортov

возглавлял кафедру почти 35 лет – с момента ее создания и до 2013 г. С июля 2013 г. заведует кафедрой профессор И.А. Вайнштейн – выпускник ФМПК 1993 г., обязанности ученого секретаря бесменно выполняет С.В. Рогович.

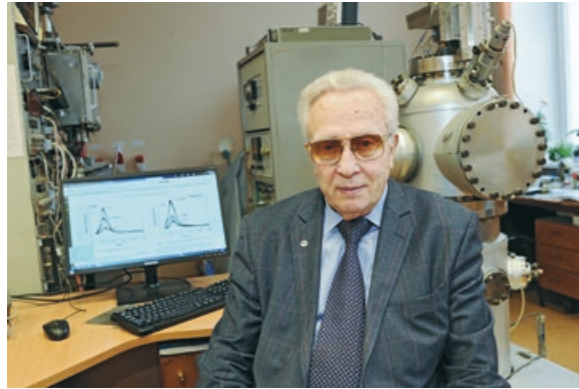
За годы работы кафедры ФМПК подготовлено свыше 1000 инженеров, специалистов по разработке и использованию неразрушающих методов и приборов контроля, а также в области метрологии и стандартизации. По научным направлениям кафедры имеется свыше 1500 публикаций, из них более половины в зарубежной и российской центральной печати, получено более 100 авторских свидетельств и патентов. По результатам научных исследований на кафедре и в ее филиале в Институте физики металлов УрО РАН защищено 8 докторских и около 40 кандидатских диссертаций.

С 1983 по 2015 г. на кафедре велась подготовка инженеров-физиков по специальности «Приборы и методы контроля качества и диагностики».



Сотрудники кафедры ФМПК 2014 года (слева-направо):

верхний ряд – М.Б. Ригмант, С.В. Иванченко, В.Н. Костин, А.С. Вохминцев, С.В. Звонарев, Д.М. Спиридонов, А.И. Слесарев, Ю.Г. Устьянцев, Е.А. Бунтов, С.И. Кудинов, А.М.А. Хинайш; средний ряд – Д.Ю. Бирюков, В.И. Гроховский, М.Ю. Ларионов, Е.В. Моисейкин, Е.В. Петрова, С.В. Никифоров, М.Н. Васильев, Г.А. Яковлев, С.В. Рогович, Т.В. Штанг, Д.В. Чайкин; нижний ряд – А.А. Максимова, Р.Ф. Гиззатуллина, А.А. Валеева, О.Н. Василенко, Л.А. Гонтарь, Н.А. Дюндина, И.А. Вайнштейн, В.С. Кортov, А.Ф. Зацепин, Е.А. Горелова, К.А. Петровых, М.Г. Минин



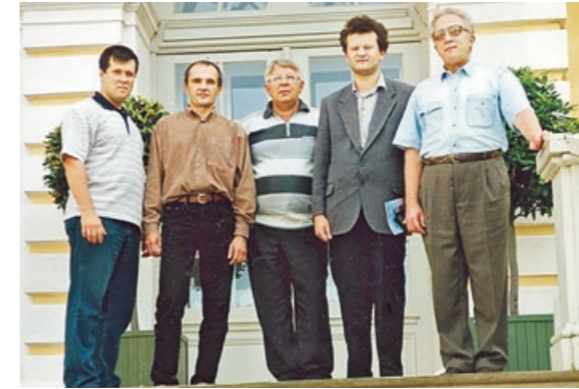
Кортов Всеволод Семенович, д.т.н., профессор. Организатор кафедры ФМПК, заслуженный деятель науки РФ, Почетный профессор УрФУ. Под руководством В.С. Кортова защищено более 30 кандидатских диссертаций, подготовлено 5 докторов наук

С целью расширения подготовки специалистов по контролю и управлению качеством продукции в 1998 году открыта специальность «Стандартизация и сертификация в приборостроении». В 2009 г. был начат прием в бакалавриат по направлению «Нанотехнологии». В настоящее время ведется обучение бакалавров по направлениям «Приборостроение», «Электроника и нанoeлектроника», «Стандартизация и метрология». В 2013 году организована подготовка магистров по программе «Материалы микро- и нанoeлектроники», в 2014 г. открыт прием на магистерскую программу «Приборы и методы контроля качества и диагностики», в 2016 г. совместно с кафедрой инноватика запущена

магистерская программа «Техническое регулирование и управление качеством».

В настоящее время в состав кафедры ФМПК входят учебные и научно-исследовательские лаборатории радиационного контроля и твердотельной дозиметрии (рук. проф. С.В. Никифоров), экзоэмиссионных методов исследования и контроля (рук. доц. А.Ф. Слесарев), микроскопии материалов и метеоритов (рук. доц. В.И. Гроховский), высокотемпературного синтеза материалов (рук. доц. С.В. Звонарев), фотоники и ВУФ-спектроскопии (рук. доц. А.Ф. Зацепин), компьютерных технологий (рук. доц. Е.В. Моисейкин), микро-нанoeлектроники и измерительной техники (рук. ст.преп. Ю.Г. Устьянцев), акустики и физики твердого тела (рук. доц. Зацепин).

Исследования экзоэлектронной эмиссии как физического эффекта и метода контроля были начаты В.С. Кортовым в 1963 г. За прошедшие годы сотрудниками кафедры выполнен большой объем фундаментальных и прикладных научных разработок, в значительной степени благодаря которым метод экзоэлектронной эмиссии официально признан как электрический метод неразрушающего контроля. Приборная база кафедры позволяет реализовать весь арсенал экспериментальных средств, используемых в экзоэмиссионных исследованиях, проводить измерения в сверхвысоком вакууме, использовать различные параллельные методики анализа и контроля. Совместно со студентами сотрудниками кафедры разработан и изготовлен опытный образец автоматизированного сканиру-



Доктора наук И.А. Вайнштейн, А.И. Сюрдо, И.И. Мильман, С.В. Никифоров и научный консультант их докторских диссертаций В.С. Кортов (слева-направо). Латвия, 2000 г.

ющего дефектоскопа, позволяющего получать экзоэмиссионное видеоизображение контролируемой поверхности. Научные работы кафедры в области экзоэлектронной эмиссии получили признание не только в России, но и в Японии, Польше, Германии и ряде других стран. В настоящее время метод экзоэлектронной эмиссии используется на кафедре в исследованиях наноструктурных материалов, широкозонных оксидов и полупроводников.

В 2012 г. на научно-педагогический коллектив под руководством профессора В.С. Кортова был официально признан ведущей научной школой УрФУ «Радиационная физика функциональных материалов». Сегодня в научном мире широко известны работы ученых кафедры ФМПК по следующим научным направлениям: радиационно-оптические свойства и размерные эффекты в функциональ-



А.И. Слесарев, к.ф.-м.н., доцент кафедры ФМПК; М.С. Аксельрод, к.ф.-м.н., руководитель Crystal Growth Division, Landauer Inc., США; Е.В. Попов, д.ф.-м.н., д.э.н., чл.-кор. РАН, руководитель Центра экономической теории Института экономики УрО РАН (слева-направо, 80-е гг. XX в.)



В.С. Кортов и А.В. Монахов за экспериментальной установкой по изучению экзоэлектронной эмиссии, 80-е гг. XX в.

ных материалах микро-, опто-, нанoeлектроники, методы твердотельной дозиметрии для контроля и диагностики радиационных полей, структура и свойства вещества внеземного происхождения.

В 1986 г. на базе отдела неразрушающего контроля Института физики металлов УрО РАН был создан филиал кафедры физические методы и приборы контроля качества. С 1986 по 2010 г. работой филиала руководил чл.-корр. РАН Щербинин Виталий Евгеньевич, профессор кафедры ФМПК. Находясь на посту директора ИФМ, он оказал большую помощь в выделении помещений для филиала, их оснащении современным оборудованием, в привлечении научных сотрудников ИФМ для преподавательской работы. В 2011 г. филиал кафедры был преобразован в научно-образовательный центр «Контроль и диагностика перспективных материалов». Обучение в научной среде академического института повышает качество подготовки специалистов по дефектоскопии и диагностике оборудования промышленных



Минц Рафаил Исаакович (1931 – 1998), профессор, д.т.н. Под руководством профессора Р.И. Минца защищено более 30 кандидатских диссертаций, подготовлено 5 докторов наук



Кафедра ФМПК, 1989 г.

предприятий. В подготовке дефектоскопистов участвуют профессор, д.т.н. В.Н. Костин, доценты Н.А. Кругликов, М.Б. Ригмант, А.Н. Сташков, О.Н. Василенко (последние двое - выпускники кафедры). На защитах дипломов по направлению «Приборостроение» ГАК возглавляет заместитель директора ИФМ, чл.-корр. РАН А.Б. Ринкевич.

В научной, педагогической и организационной работах на кафедре ФМПК активное участие принимают ученые Института металлургии УрО РАН и лаборатории нестехиометрических соединений ИХТТ УрО РАН. Возглавляет научно-педагогический

коллектив чл.-корр. А.А. РАН Ремпель (директор ИМет УрО РАН и по совместительству профессор ФМПК). Результатом совместных исследований являются новые знания, которые публикуются в ведущих российских и зарубежных журналах, для чтения лекционных курсов приглашаются научные сотрудники, организовано совместное с кафедрой руководство аспирантами.

Обеспечивая высокий уровень организации учебного процесса и эффективно развивая научные исследования, кафедра ФМПК неизменно находится в числе передовых кафедр нашего университета.



## Научно-образовательный центр «Наноматериалы и нанотехнологии»

*И.А. Вайнштейн, А.С. Вохминцев*

В 2009–2011 гг. в рамках Федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ» было принято решение о создании Университетского научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии». Кадровым ядром вновь созданного НОЦ НАНОТЕХ стали молодые сотрудники и аспиранты кафедры ФМПК – к.ф.-м.н. А.С. Вохминцев, к.ф.-м.н. Д.М. Спиридонов, С.В. Луженкова, М.Г. Минин, Д.В. Чайкин, Г.А. Яковлев. С момента образования центр возглавляет профессор И.А. Вайнштейн.

Основными направлениями деятельности НОЦ НАНОТЕХ определены высококачественная подготовка бакалавров, магистров, молодых специалистов и специалистов высшей квалификации в областях нанотехнологий, наноматериалов и наносистем; интеграция научно-педагогического потенциала подразделений университета в проведении фундаментальных и прикладных научных исследований; разработка новых образовательных программ и современных методологических подходов, развивающих и объединяющих фундаментальные научные исследования и учебный процесс; развитие международного сотрудничества с участием подразделений университета при проведении научных и образовательных мероприятий в области нанотехнологий,

наноматериалов и наносистем; совершенствование механизмов использования результатов научных исследований в процессе подготовки специалистов, формирование учебных групп углубленной подготовки, создание индивидуальных целевых учебных программ, развитие системы профессионального дополнительного образования. В составе НОЦ НАНОТЕХ были созданы новые учебные и научно-исследовательские лаборатории, оборудованные современной приборной базой: цифровой микроскопии, моделирования наносистем, сканирующей электронной микроскопии и зондовых методов, наноэлектроники, оптической спектроскопии и нанофотоники, а также серверный центр параллельных вычислений, центр пробоподготовки и технологический сектор с «Чистой комнатой».

В феврале 2013 г. после наблюдений необычных природных явлений в Челябинской области специалисты НОЦ НАНОТЕХ и группы к.т.н. В.И. Гроховского в составе метеоритной экспедиции УрФУ обнаружили вблизи полыньи на озере Чебаркуль осколки размером до 5 мм. Наши ученые первыми в мире установили метеоритную природу явления и идентифицировали тип – хондрит обыкновенный. В марте 2013 г. был создан Международный консорциум с участием ведущих зарубежных ученых по изучению хондрита Челябинск, исследования



В Чистой комнате (2019 г., слева направо): техник Н.Г. Малмыгина, аспирант С.С. Савченко, доцент А.С. Вохминцев, м.н.с. Д.В. Чайкин, профессор И.А. Вайнштейн, м.н.с. Р.В. Камалов



физико-химических свойств которого продолжают и в настоящее время. В 2016 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию первый иностранный аспирант из Республики Египет, м.н.с. НОЦ НАНОТЕХ Ахмед Хинайш. В 2019 г. в День российской науки в НОЦ НАНОТЕХ состоялось торжественное открытие первой в мире Периодической QR-таблицы химических элементов Д.И. Менделеева.

Сегодня невозможно представить образовательный процесс на кафедре ФМПК и в Физико-технологическом институте без НОЦевских учебных лабораторий по нанoeлектронике, цифровой микроскопии, моделированию наносистем, химии наноматериалов и др. Современные лабораторные практикумы проводятся для бакалавров и магистров направлений «Приборостроение» и «Электроника и нанoeлектроника», а также других инженерно-технических образовательных программ ФТИ. Активно участвуют в работе центра доцент А.В. Ищенко, научная группа профессора В.И. Гроховского, техник Н.Г. Малмыгина, м.н.с. Д.В. Чайкин, инженеры А.С. Косых, Р.В. Камалов и Н.А. Мартемьянов, аспи-

ранты, Д.О. Ильин, С.С. Савченко, И.Б. Дорошева, Сотрудники, аспиранты, студенты кафедры ФМПК и ФТИ проводят свои исследования в научных лабораториях центра.



Сотрудники НОЦ НАНОТЕХ в лабораториях (2017 год, слева направо и сверху вниз): доцент А.В. Ищенко, аспирант Д.О. Ильин, инженеры Н.А. Мартемьянов и Р.В. Камалов, аспирант С.С. Савченко



Сотрудники НОЦ НАНОТЕХ в лабораториях (2019 год, слева направо и сверху вниз): м.н.с. Р.В. Камалов, м.н.с. Д.В. Чайкин, м.н.с. Г.А. Яковлев, доцент А.С. Вохминцев, бакалавр И.А. Петренев, м.н.с. М.Г. Минин



Сотрудники НОЦ НАНОТЕХ на открытии Периодической QR-таблицы Д.И. Менделеева (08.02.2019, слева направо и сверху вниз): техник Н.Г. Малмыгина, доцент Д.М. Спиридонов, профессор И.А. Вайнштейн, инженер Н.А. Мартемьянов, доцент А.В. Ищенко, доцент М.И. Власов, м.н.с. Д.В. Чайкин, аспирант И.Б. Дорошева, м.н.с. Р.В. Камалов



Лаборатория оптической спектроскопии и нанofотоники (2014 г., слева направо): аспирант М.Г. Минин, доцент А.С. Вохминцев, аспирант А.М.А. Хинайш, аспирант Д.В. Чайкин, профессор И.А. Вайнштейн



Торжественное открытие Периодической QR-таблицы Д.И. Менделеева (08.02.2019, справа налево): проректор по науке В.В. Кружаев, м.н.с. Р.В. Камалов в образе Д.И. Менделеева, школьник П.И. Вайнштейн, директор НОЦа И.А. Вайнштейн, доцент А.А. Валеева доцент А.С. Вохминцев





## Метеоритные охотники

Удивительно, но сегодня наибольшее количество упоминаний в прессе и медиапространстве об Уральском федеральном университете связано с метеоритами.

Удачное «дитя» родилось на физтехе от соединения туризма и метеоритики, имя его – Метеоритная экспедиция.

Немного предыстории. Начало исследований внеземного вещества на Урале связано с именем профессора-минеролога И.А. Юдина. С 1949 г. после падения метеорита Кунашак он связал свои научные интересы с поиском и изучением метеоритов. В 70-е гг. физтех УПИ стал одним из немногих в стране, получивших для исследования вещество, доставленное со спутницы Земли отечественными автоматическими станциями «Луна» и американскими кораблями «Аполло». Эти работы велись в отделе радиационного материаловедения под руководством профессора Р.И. Минца. Результаты изучения металла в лунном грунте вошли в диссертационную работу В.И. Гроховского. Оказалось, что большая часть металла в лунном грунте привнесена метеоритами. Изучение метеоритов он продолжил во время стажировки в Манчестерском университете (Великобритания) под руководством металловеда-метеоритчика Ховарда Эксона.

Любое путешествие имеет цель или изюминку, ради которой преодолеваются многие километры и сложные препятствия. Это, как правило, необычные природные явления, красивые ландшафты и так далее. Трудно найти ответ на риторический вопрос: Зачем идете в горы вы?. Собственно говоря, метеориты тоже уникальное явление природы. Поиск их насыщен таинственностью и азартом. И что мешает поиску метеоритов сделать изюминкой путешествия? К тому же подросли дети, отпуск – один раз в году, делить его между спортом и детьми крайне сложно. Экспедиция с целью поиска посланцев из космоса – вот решение проблемы, здесь возраст участников не играет роли, каждому можно найти интересное дело.

Примерно так рассуждали организаторы первой Метеоритной экспедиции, планируя время своего отпуска в 1985 г. И вот он наступил – ОТПУСК НА РУЧЬЕ МЕТЕОРИТНОМ. От железной дороги пятьсот

*В.И. Гроховский, А.Ю. Пастухович*

километров на юг. За окном «Икаруса» – горы и реки, дождь и туман, цветы и пески, перевальные серпантины и бескрайние степи. Не было единственного – солнца. Так встречала нашу экспедицию Тува. То, ради чего мы ехали сюда – метеорит Чинге. Среди метеоритов он занимает особое место. Более ста лет назад при золотодобыче были найдены первые образцы, но и по сей день многое остается загадочным в судьбе этого космического странника. Чинге – весьма редкий тип метеоритов – атаксит, в котором около 17% никеля. Классический пример нержавеющей сплава, что и обусловило сохранение вещества за время много векового пребывания на Земле. Известно также, что уже в годы Великой Отечественной войны за этим железом приезжали кузнецы из ближайшего села Сосновки – ковали из него зубья для борон, плугов, подковы, ножи. Самый



Метеорит прятался в корнях дерева

крупный метеорит на Земле Ноба – ближайший родственник метеориту Чинге, от тоже атаксит и лежит единым фрагментом весом 81 тонна на месте находки в Африке. А недавно отыскалась статуя Будды, изготовленная из вещества метеорита Чинге.

А разве простое это дело – отыскать под полуметровым слоем почвы, гальки, песка и огромных валунов осколки железного метеоритного дождя, выпавшего 2 000 лет назад? Вооруженные миноискателями и лопатами, целыми днями упийцы трудились на крутых берегах Метеоритного Ручья, притока Чинге. Раскопки продвигались медленно из-за мерзлого грунта, против которого лопаты были бессильны. Солнце редко посещало узкую

долину ручья – приходилось заводить в шурфы ручей: вода ускоряла размораживание грунта.

Три недели стояли палатки уральцев в этом замечательном уголке Южной Сибири. Наш шурф оказался богатым – было собрано 12 образцов, общим весом около 15 кг. Среди них был и самый крупный, найденный в этом году, весом 4 кг 200 г. А последний по счету образец был обнаружен прямо в корнях растущего дерева.

Наблюдать интересное природное явление – падение метеорита – большая редкость. Найти небесный камень – большая удача. Результаты первой Метеоритной экспедиции УПИ «Чинге-86» давали основание думать, что ее участники – очень удачливые жители Земли. И не только писк миноискателя и кубометры грунта запомнились молодым участникам этой экспедиции. Образовательные вечера у костра, проведенные с асами российской метеоритики И.Т. Зоткиным и В.И. Цветковым, задушевные песни под звездным небом, нехитрые атрибуты таежного быта, по-видимому, крепко



Охотники за метеоритами на привале – вот он какой, метеорит Царев.

поселили дух охотников за метеоритами в сердцах участников. Этот дух позволил еще долгие годы существовать единственной в стране студенческой Метеоритной экспедиции (УПИ, УГТУ-УПИ, УрФУ), снаряжать отряды для поиска камней с неба в самые разные уголки нашей Родины, а в последние годы и в другие страны и материки.

Устойчивый научный интерес к метеоритам как основному доступному веществу внеземного происхождения сохраняется у исследователей самых разных областей знаний. Решаемые при этом проблемы планетологии и астероидной опасности, вопросы астробиологии и мониторинга вещества в

Солнечной системе, освоения ресурсов малых тел и материаловедения и др. могут существенно дополнить результаты космических миссий. Планомерное же получение метеоритного вещества для таких исследований возможно только при проведении экспедиционных работ. Не каждый год полевые отряды возвращались с новыми образцами, но все равно из года в год студенты-физтехи писали рефераты, делали доклады, участвовали в конференциях, защищали дипломные работы. Только на кафедре ФМПК студентами было выполнено 30 дипломных работ по метеоритной тематике.

Чинге, Сихотэ-Алинь, Царев, Дронино. Первые экспедиции работали в районах известных падений метеоритных дождей, где можно было гарантировано найти вещество для студенческих работ. Работе полевых отрядов оказывало поддержку руководство института при сотрудничестве с Уральским отделением астрономо-геодезического общества (ВАГО), помогала федеральная программа «Интеграция», фонд РФФИ, целевая программа «Кадры».

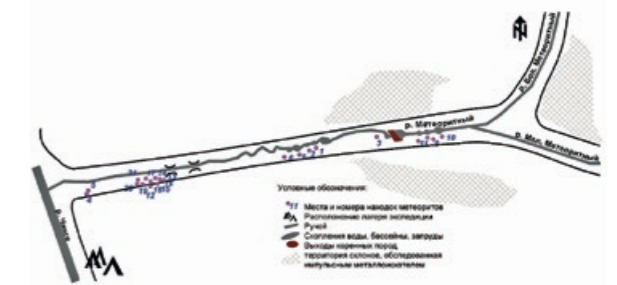


Схема находок метеорита Чинге, Тува, 2000г.

И вот пришел день 15 февраля 2013 г. Именно благодаря тому, что участники метеоритных экспедиций, как говорится, были в теме, им удалось быстро определить природу болида, взорвавшегося над Челябинском. Участники нашей метеоритной экспедиции уже 16 февраля выехали в Челябинскую область на поиски фрагментов небесного тела. На другой день участники поискового отряда М.Ю. Ларионова привезли со льда озера Чебаркуль образцы размером до 5 мм неизвестного происхождения. По возвращении полевого отряда экспедиции вечером того же дня удалось установить их природу, определить минеральный состав и тип метеорита. В ночь с 17 на 18 февраля мы организовали прямую трансляцию в Интернете из



научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» УрФУ, в ходе которой впервые продемонстрировали обломки метеорита и сообщили, что это обыкновенный хондрит LL – один из типов каменных метеоритов. Раньше метеориты такого типа в России не встречались. Новость об открытии уральских ученых мгновенно облетела весь мир и помогла остановить поток лженаучных и панических инсинуаций о челябинском явлении в СМИ.

В феврале еще дважды большие группы туристов клуба «Романтик» под руководством наших опытных метеоритчиков выезжали в районы предполагаемого эллипса рассеяния метеорита, где 23 февраля был найден крупный фрагмент весом 1,8 кг. Это, между прочим, был самый крупный образец до тех пор, пока осенью специалисты

ООО «Алеут» не подняли со дна озера Чебаркуль фрагмент массой 650 килограммов.

Мы первыми определили механические, термические, магнитные свойства метеорита Челябинск. И кстати, указали местонахождение самого крупного обломка благодаря тому, что специалисты лаборатории квантовой магнитометрии физико-технологического института УрФУ провели магнитную съемку местности и первыми расшифровали магнитные аномалии в районе полыньи.

Наконец, несколько сотрудников физтеха УрФУ вошли в состав авторов первой фундаментальной публикации, посвященной взорвавшемуся над Южным Уралом небесному телу. Она вышла в ноябрьском номере журнала Science.

#### Перечень метеоритных экспедиций УГТУ-УПИ, УрФУ

год	Район, метеорит	Участников	
		всего	ФТ
1986	Восточный Саян, метеорит Чинге,	33	10
1987	Дальний Восток, метеорит Сихотэ-Алинь	12	2
1989	Якутия, Верхоянский хребет, метеорит Жиганск	15	5
1990	Волгоградская обл., метеорит Царев	23	10
1991	Туркмения, Красноводское плато, пустыня	15	3
1997	Дальний Восток, метеорит Сихотэ-Алинь	9	5
1998	Южный Урал, метеорит Кунашак,	11	9
1999	Южный Урал, метеорит Кунашак	14	14
1999	Волгоградская обл., метеорит Царев	20	16
2000	Южный Урал, метеорит Кунашак	12	11
2000	Восточный Саян, метеорит Чинге	14	12
2001	Восточный Саян, метеорит Чинге,	9	8
2002	Средний Урал, Уральский болид	10	6
2003	Североуральск, кратер	8	5
2003	Иркутская обл, Патомское нагорье Витимский болид	11	10
2003	Южный Урал, метеорит Кунашак,	3	3
2003	Рязанская обл., метеорит Дронино	4	4
2007	Восточный Саян, метеорит Чинге	18	9
2008	Курганская обл, метеорит Озерное	11	8
2010	Южный Урал, Башкирия, болид Учалы	4	4
2011	Рязанская обл., метеорит Дронино,	6	6
2012	Колыма, метеорит Сеймчан,	9	8
2013	Южный Урал, метеорит Челябинск,	42	6
2014	Кольский полуостров, метеорит Аннама	11	5
2015/16	Антарктида, горы Ломоносова	6	6
2017	Иран, пустыня Деште-Лут	4	4
2017	Чили, пустыня Атакама	4	4
2018	Липецкая обл. метеорит Озерки	5	4
2018	Средний Урал, Катайский болид	7	7
2018	Монголия, пустыня Гоби	6	6



Г. Манжос достал с 2-метровой глубины метеорит Дронино, исследовал, защитил диплом о нем.



Так собирается метеоритный урожай в каменистой пустыне.

Активная роль метеоритной экспедиции УрФУ в обнаружении и изучении фрагментов метеорита Челябинск спровоцировало неожиданный интерес к метеоритной тематике со стороны руководства университета, которым был поддержан амбициозный проект «Метеоритная экспедиция в Антарктиду». Дело в том, что среди всех метеоритных находок на Земле более 70 % найдено именно на ледовом континенте. Еще в конце 80-х гг. в нашей стране были предприняты попытки организации такой экспедиции, но в отсутствие поддержки со стороны государства этот проект не был реализован. И вот осенью 2014 г. все закрутилось – переговоры с Российской антарктической экспедицией (РАЭ), формирование поискового отряда, составление бесконечных списков снаряжения, оборудования, продуктов питания и самое главное – решение вопросов финансового обеспечения. Нужно сказать, что в последнем пункте университет сделал все – ректорат активно работал со спонсорами, выделил средства из бюджета научных исследований, студенты запустили краудфандинг, к сбору средств подключились участники традиционной «Майской прогулки».

Был сформирован поисковый отряд из числа сотрудников физтеха – опытных альпинистов и туристов, проведены тренировочные сборы в зимних условиях на Конжаковском Камне и Таганая, изучена методика поиска метеоритов, применяемая

коллегами из ANSMET, собрано и закуплено все необходимое оборудование и снаряжение.

И вот в декабре 2015-го поисковый метеоритный отряд УрФУ в составе 62 РАЭ вылетел на станцию Новолазаревская и далее за массив Вольта (Земля Королевы Мод) в горы Ломоносова. Это был первый в истории советских и российских антарктических экспедиций опыт полевых работ в условиях автономного лагеря. Поисковые работы велись на участках голубого льда вблизи вершин Осечка, Эхо и Форпостен. Из двух недель пребывания на льду 5 дней отряд просидел в палатке в условиях усиливающегося каждый день антарктического шторма. Ветер достигал скорости свыше 35 м/с, но все обошлось – участники выдержали испытание и были вознаграждены уникальными находками в последующие дни.

Поездка в Антарктиду открыла новые горизонты метеоритной экспедиции УрФУ. Дело в том, что зоны накопления метеоритного вещества присутствуют не только в холодной ледяной пустыне Антарктиды, но и в горячих пустынях мира. Причем если раньше, до международного периода экспедиции, искали уже известные падения и зарегистрированные ранее метеориты, то теперь экспедиция занялась поиском новых образцов и их регистрацией в международном метеоритном бюллетене MetBull, что позволило на базе научной лаборатории EXTRA TERRA Consortium создать репозиторий метеоритов.



Сэлфи с антарктической находкой

В общем, маятник метеоритного поиска качнулся в самые-самые пустыни: – Деште-Лут (Иран, январь 2017) – самую жаркую пустыню мира, Атакама (октябрь



Вот те крупинки метеоритного вещества с окрестностей полыньи в озере Чебаркуль, открывшие тайну события 15 февраля 2013 года в Челябинской области

2017, Чили) – самую засушливую пустыню мира и пустыню Гоби (август-сентябрь 2018, Монголия), которую из-за обильных осадков участники назвали самой цветущей пустыней мира. Во всех пустынях охота за гостями из космоса дала замечательные метеоритные трофеи.

Но мы на достигнутых результатах не останавливаемся, так что продолжение следует. В ближайшее время на Земле появится марсианский грунт, вещество с астероидов и комет – хочется верить, что и эти образцы внеземного происхождения будут исследовать участники метеоритных экспедиций УрФУ, ведь уже началась на физтехе подготовка первых магистров по космической минералогии.



Физтехи в пустыне Атакама



Кафедра

**ЭЛЕКТРОФИЗИКИ**

## Кафедра электрофизики: вчера и сегодня

С.О. Чолах

Кафедра электрофизики была организована 32 года назад. Вначале это была кафедра инженерной электрофизики со сроком обучения студентов 5 лет, а в дальнейшем для того чтобы кафедра могла функционировать в рамках физико-технического факультета, срок обучения был увеличен до 5,5 лет. Кафедра электрофизики органично вписалась в научный строй физико-технического факультета.

Первым заведующим кафедрой стал инициатор ее образования – академик Геннадий Андреевич Месяц. В последующие годы кафедру возглавляли профессор Ю.Е. Крендель, В.В. Осипов, Ю.Н. Новоселов С 2004 г. кафедру возглавляет ведущий научный сотрудник Института электрофизики, профессор, д.ф.-м.н. С.П. Никулин.

Открытие кафедры совпало с началом реорганизации Уральского научного центра в Уральское отделение Академии наук. Это означало признание Урала не только как высокоразвитого промышленного региона, но и как крупного научного центра России.

В настоящее время кафедра готовит бакалавров по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника», а магистров по направлению «Физическая электроника». На сегодняшний день на кафедре работает 16 преподавателей. Из них 5 профессоров – докторов физико-математических и докторов технических наук и 11 доцентов – кандидатов физико-математических и кандидатов технических наук. Кафедру окончили более 300 человек.

Выпускники кафедры работают во всех наукоемких отраслях народного хозяйства, в научно-исследовательских институтах Российской академии наук. Среди бывших выпускников – доктора и кандидаты наук.

Особенностью обучения на кафедре является то, что у каждого студента имеется доступ к уникальным электрофизическим установкам базового института – Института электрофизики УрО РАН, многие из которых не имеют аналогов в мировой практике, в их распоряжении современные вычислительные комплексы, персональные компьютеры.

Научными направлениями кафедры являются физика плазмы, оптическая и квантовая электро-

ника, воздействие мощного электромагнитного и корпускулярного излучения на вещество, создание сильноточных ионных источников, импульсное магнитное прессование (до 20 тыс. атмосфер) и создание новых материалов с уникальными свойствами, оптика и спектроскопия атомов, молекул и конденсированных сред:

- изучение газовых разрядов низкого давления, эмиссионных свойств генерируемой в них плазмы и условий формирования интенсивных пучков заряженных частиц в системах с плазменным эмиттером;
- исследование нелинейных процессов в неидеальной плазме при воздействии сильных электромагнитных полей, интенсивных потоков заряженных частиц и мощного лазерного излучения;
- экспериментальное и теоретическое изучение физики электрического разряда в вакууме, автоэмиссионных и взрывоэмиссионных свойств проводящих материалов;
- изучение физики быстропротекающих процессов при генерировании мощных наносекундных и пикосекундных электронных пучков и импульсов электромагнитного излучения;
- изучение принципов создания частотных наносекундных и пикосекундных ускорителей электронов и технологий на их основе;
- изучение эффекта наносекундного обрыва сверхплотных токов в полупроводниковых структурах и создание на его основе мощных импульсных устройств наносекундного и субнаносекундного диапазона;
- изучение физики газовых и твердотельных лазеров, взаимодействия лазерного излучения с веществом, условий синтеза наноматериалов и высокопрозрачных, в том числе лазерных керамик;
- изучение процессов воздействия корпускулярного и электромагнитного излучений на вещество;
- изучение процессов получения нанопорошков с помощью импульсного нагрева мишени;

- изучение процессов воздействия мощных импульсных токов и электромагнитных полей на материалы, магнитно-импульсное прессование порошков и синтез новых наноструктурных материалов;
- изучение процессов в плотной плазме газовых сред, возбуждаемых импульсными объемными разрядами и электронными пучками;
- исследование релаксационных процессов в материалах, подвергнутых воздействию мощных потоков корпускулярных и электромагнитных излучений;
- изучение воздействия потоков плазмы, пучков нейтральных и заряженных частиц на твердые тела.

Основой обучения студентов на кафедре является участие в работе научных лабораторий. Для выполнения программ и грантов разного уровня привлекаются студенты и аспиранты нашей кафедры. На кафедре ежегодно проводится конкурс на лучшую научно-исследовательскую работу студентов с призовым денежным фондом. Для лучших студентов кафедры учреждена именная стипендия А.А. Воробьева.

Результатами научной работы преподавателей является ежегодное участие в международных конференциях (США, Канада, Англия, Германия, Франция, Испания, Нидерланды, Швейцария, Дания, Италия, Япония, Китай, Южная Корея и др.). Преподаватели и студенты кафедры ежегодно публикуют 150–170 научных статей в центральных и зарубежных журналах. На сегодняшний

день сотрудниками кафедры опубликовано более 23 монографий, получено более 170 патентов на изобретения. На международных конференциях представлено более 500 докладов. Ежегодно на кафедре проводятся исследования по российским и международным грантам различного уровня.

Преподаватели кафедры регулярно приглашаются ведущими западными университетами для чтения лекций и выполнения совместных исследований в зарубежных лабораториях.

На кафедре работают и ведут занятия ведущие специалисты Института электрофизики УрО РАН М.И. Яландин академик РАН, д.ф.-м.н., профессор, лауреат государственной премии РФ – специалист в области высоковольтной импульсной и ускорительной техники и СВЧ – электроники больших мощностей; В.В. Овчинников д.ф.-м.н., профессор, лауреат премии Д. Сороса – специалист в области воздействия пучков заряженных частиц на вещество и радиационной физики; С.Н. Рукин д.т.н., зав. лабораторией ИЭФ УРО РАН, лауреат государственной премии РФ – специалист в области мощной импульсной электроники; В.И. Соломонов д.ф.-м.н., профессор – специалист в области оптики и электрофизики.

В 2016 г. для дальнейшего расширения связей со стратегическим партнером была организована базовая кафедра физико-технологического института «Электрофизика» в рамках сотрудничества с институтом электрофизики УрО РАН. Заведующим кафедрой назначен директор института, д.ф.-м.н. Чайковский Станислав Анатольевич.



Сотрудники кафедры электрофизики (2019)



Изготовление магнитно-импульсного прессы для KAERI (Корея), 2003 г.

## Электрофизики на физтехе

А.С. Кайгородов

Мое знакомство с физико-техническим факультетом УПИ состоялось в 1998 г. Я, в то время выпускник Снежинской гимназии №127, поступил на молодую тогда кафедру электрофизики. Во многом заслуга моего появления на кафедре принадлежит Чолаху Сеифу Османовичу, который так красочно её описал, что выбор был практически очевиден.

Так сложилось, что я не поехал в колхоз вначале первого курса, но отработал пропуск в общежитии. За время отработки мы побывали и малярами, и сантехниками, и грузчиками, и дизайнерами, и слесарями. При этом у меня постоянно была некоторая обеспокоенность по поводу того, что ребята из группы, работая в колхозе, сплотятся, и мне будет трудно присоединиться к такому костяку. Однако мои опасения оказались совершенно напрасными. Вообще, я считаю, что мне чрезвычайно повезло с одногруппниками. За время учебы наш небольшой коллектив перерос в группу, где всегда имелось место научному упорству, выручке и взаимопомощи. В нашей группе оказалось достаточно много приезжих ребят, которых, конечно же, объединило общежитие. Наша общага на Ленина 66, по праву считалась лучшей в УПИ. Благодаря усилиям коменданта В.С. Порфирьевой в ней всегда был порядок, как организационный, так и хозяйственный. Я еще застал время, когда на площадке во дворе здания студенты собирались, чтобы пообщаться, поиграть в волейбол и попеть песни под гитару.

На фоне постоянного общения и новых знакомств проходило наше обучение. И здесь,



Вручение стипендии Губернатора Свердловской области, 2006 г.

я считаю, нам тоже очень повезло. Повезло с грамотными преподавателями. Имея за плечами уже собственный опыт преподавания, понимаешь, как сложно донести до студентов информацию в доступной и интересной форме. Тем не менее в этой задаче успешно справлялись: Л.Г. Малышев (общая физика), Л.В. Курбатов (квантовая механика), В.М. Стоцкий (атомная физика), В.И. Соломонов (оптика и спектроскопия, квантовая электроника), В.В. Иванов (измерение быстропротекающих процессов), Е.А. Литвинов (физика плазмы) и многие другие.

Стоит отметить, что у нас подобралась весьма сильная группа – после защиты дипломов в Институте электрофизики УрО РАН, базовом предприятии кафедры электрофизики, остались работать 9 человек – невероятный показатель в то время. Вручение дипломов тоже врезалось в память, так как проходило при личном участии академика Геннадия Андреевича Месяца – человека, создавшего Институт электрофизики УрО РАН. Человека великолепных организаторских способностей и неугасимой энергии.

Параллельно с обучением кипела и общественная жизнь. Нельзя не вспомнить дискотеки на физтехе, фестивали «Весна-УПИ», «Майские прогулки» и вечно неспящую «восточку» в общежитии. Все это создавало отличную атмосферу для новых идей и научного творчества.

Начиная с 2001 г. у нас появилась возможность проходить практику в Институте электрофизики УрО РАН. Я выбрал лабораторию прикладной электродинамики под руководством д.ф.-м.н. В.В. Иванова (в настоящее время член-корреспондент РАН), где мне была поставлена задача исследования поведения порошковых покрытий при магнитно-импульсном прессовании. Помимо собственно исследования в области материаловедения, сотрудники лаборатории принимали активное участие в создании нового электрофизического оборудования: установки для магнитно-импульсного прессования (для Германии и Кореи), установка для тестирования материалов на пробой молнией (работает в г. Екатеринбурге) и др.

В эти годы, уже будучи «взрослыми» студентами нам посчастливилось посетить Белоярскую АЭС в

г. Заречный. Д.ф.-м.н. В.В. Овчинникову удалось организовать для нас экскурсию, где мы смогли увидеть применение на практике тех теоретических закономерностей, которые нам давались в лекциях по ядерной физике.

После успешной защиты диплома на тему «Магнитно-импульсное прессование порошковых материалов на основе Li-содержащих шпинелей» в 2003 г. я занялся исследованием достаточно широкого спектра материалов: металлов, керамики и композитов различного назначения (конструкционные, оптически прозрачные, функциональные). Активную научную деятельность я совмещал с общественной – с 2007 по 2014 гг. являлся председателем совета молодых ученых ИЭФ УрО РАН. В ходе работы с молодыми учеными как ИЭФ УрО РАН, так и других академических институтов Урала набрался опыта в организации мероприятий, который пригодился в последующие годы.

Начиная с 2011 г. в разное время при моем активном участии были организованы:

- чемпионат УрО РАН по волейболу,
- междисциплинарная конференция «Стирая границы»,



На Чемпионате УрО РАН по волейболу, 2018 г.

- участие в городском мероприятии «Ночь музеев» (при активной поддержке действующих студентов ФТИ).

После защиты в 2009 г. кандидатской диссертации на тему «Исследование физических свойств оксидных керамик, получаемых из слабо агрегирующих нанопорошков с использованием магнитно-импульсного прессования» сосредоточился на изучении механических характеристик твердых тел. Параллельно с этим с 2016 г. занимаюсь административной деятельностью в должности заместителя директора по научной работе Института электрофизики УрО РАН.

На данный момент в моем активе ряд премий и стипендий разного уровня, более 120 публикаций и участие во множестве научных конференций, в том числе в Словении, Италии, Польше, Германии, Венгрии, Корее, Китае, Франции и Швеции.

Оглядываясь на прошедшие студенческие годы, могу с уверенностью сказать, что благодаря физтеху мне удалось добиться высоких результатов в профессиональном и творческом плане. На физтехе я встретил свою будущую жену и создал крепкую семью.



Организаторы «Ночи музеев» в Институте электрофизики, 2016 г.

## Мой физтех

В 2005 г., после окончания школы с серебряной медалью, встал вопрос о выборе университета, факультета и специальности. От этого выбора напрямую зависело моё будущее. Склонность к точным наукам в школьные годы, в частности к физике, предопределило направление поиска. Было принято решение подавать документы в УПИ на Физико-технический факультет. Помимо богатой истории и почти мистической репутации вуза, в нём находилось огромное количество образовательных направлений, среди которых было и то, что подходило мне как нельзя лучше. Огромное впечатление произвёл главный учебный корпус с его колоннами и паркетным залом на втором этаже, где, как и я, суетились сотни абитуриентов в предвкушении студенческой жизни.

Поступал я как медалист, то есть зачисление проходило по результатам собеседования. О том, что мест на специальности, которую я выбрал, уже нет, я узнал в очереди на собеседование. Это было на четвёртом этаже Физтеха в закрытой части. В итоге я сидел перед комиссией, состоящей из заведующих кафедрами Физико-технического факультета, совершенно не представляя какую из них выбрать. Помню некую растерянность и неопределённость. В ходе собеседования две кафедры предложили мне поступать к ним. На мой вопрос, где будет больше научно-исследовательской работы, я получил ответ: «Конечно у нас!». Это был Сеиф Османович Чолах. Так я стал студентом кафедры электрофизики.

Моя студенческая жизнь на физтехе закипела с первого же дня. Не успев познакомиться с группой, я узнал, что меня назначили профоргом. И все пять лет, помимо получения образования, я помогал своим одногруппникам участвовать в спортивно-культурно-оздоровительных мероприятиях, организуемых профсоюзом студентов. У нас была дружная группа, мы участвовали во всевозможных соревнованиях, субботниках и культурно-массовых мероприятиях. Запомнился день первокурсника, где мы на главной сцене вуза представляли творческую сторону нашей группы. Слова песен были не выучены, миниатюры не отрепетированы,

музыка играла невпопад... Но это было весело и запомнилось на всю жизнь!

А дальше была учёба. Много учёбы. Новые предметы, новые преподаватели, новые знания, которые настолько расширяли школьную программу, что просто переворачивали наши представления о мире. Например, мы самозабвенно делили на ноль в курсе математического анализа, изучали строение «неделимых» атомов на ядерной физике, учились не бояться радиации на курсе по дозиметрии и отличали горячую плазму от холодной в курсе по физике плазмы. Это не превратилось в рутину, и пять с половиной лет пролетели незаметно: казалось, ещё недавно мы радовались получению студенческого билета и первым оценкам в зачётке, и вот уже мы гордо носим белые каски и звание «инженер».

Физтехи всегда были в победителях, будь-то спортивные состязания, научные конференции или же конкурсы на получение стипендии. Так, мы с одногруппником, сдав две сессии подряд на отлично и пройдя достаточно жёсткий отбор, стали обладателями стипендии фонда В. Потанина. Более того, мы попали в небольшое число счастливчиков, которых пригласили на Летнюю школу фонда В. Потанина в Новосибирск. К слову, вместе с нами поехали ещё несколько студентов с физико-технического факультета. Там мы учились вести проектную деятельность и самим добывать финансирование на реализацию пусть не больших, но своих первых социально значимых проектов. Наша команда, в которой мне выпала честь быть капитаном, добилась победы на Летней школе. По-другому и быть не могло, мы же были с физтеха.

Отдельная стипендия была учреждена на кафедре электрофизики совместно с Базовым предприятием – Институтом электрофизики УрО РАН. Стипендия носит имя выдающегося сибирского учёного профессора Александра Акимовича Воробьева. В 1946 г. под его руководством и по его инициативе была организована кафедра техники высоких напряжений в Томском политехническом институте для подготовки инженеров-электриков. Выпускником этой кафедры был Геннадий Андреевич Месяц, при непосредственном участии которого был организован Институт электрофизики УрО РАН

А.И. Гусев

и кафедра электрофизики на физико-техническом факультете. Мне было приятно получить эту стипендию на четвёртом курсе. Гораздо важнее денег было признание моих успехов в учёбе, это побуждало к дальнейшему развитию в моей профессиональной сфере деятельности – в электрофизике.

На третьем курсе в 2007 г. я был принят на практику в лабораторию импульсной техники Института электрофизики УрО РАН. И до самой защиты диплома в 2012 г. я работал в этой лаборатории под руководством Андрея Викторовича Пономарева, который внёс неоценимый вклад в моё образование. Он читал курсы лекций на физтехе, помогал мне с научной работой в лаборатории, всячески поддерживал меня и многому научил в области схемотехники и силовой электроники.

После окончания физтеха в 2011-м я остался в лаборатории импульсной техники, но уже в статусе аспиранта под непосредственным руководством заведующего лабораторией Сергея Николаевича Рукина. Именно благодаря ему я открыл для себя мир мощной импульсной техники. Занимаясь научно-исследовательской работой в области мощной наносекундной техники на базе полупроводниковых приборов, я выступал на международных конференциях в России, США, Великобритании и Китае. Почти на каждой из них наша работа была удостоена наградами и признанием научного сообщества. Отдельно хотелось бы выделить премию имени Тома Буркса, которую мне вручили в 2018 г. на международной конференции по мощной импульсной технике в США (International Power Modulator and High Voltage Conference – IPMHVC). Впервые эта премия была присуждена молодому учёному из России.

Кроме этого была и победа в конкурсе научно-технических проектов молодых ученых УМНИК в 2014–2015 гг. И руководство молодёжным проектом, поддержанным Российским фондом фундамен-

ных исследований (РФФИ) в те же годы. И победа на первом в Екатеринбурге научно-популярном шоу Science Slam в 2014-м. И участие в летней школе Сколково в 2015-м, естественно наш проект победил, а как иначе? С 2015 по 2016 мне даже довелось возглавлять Совет молодых учёных УрО РАН. Много чего было, перечисление всех моих наград и дипломов заняло бы слишком много времени, гораздо короче будет сказать, что без учёбы на физико-техническом факультете ничего этого возможно и не было бы.

Сегодня я – младший научный сотрудник в Институте электрофизики, кандидат технических наук по специальности «Электрофизика, электрофизические установки», старший преподаватель на кафедре электрофизики физико-технологического института УрФУ. Преподаю сегодняшним бакалаврам те курсы, с которых когда-то начиналось моё знакомство с миром науки. Хотел бы я что-то поменять на перекрёстках моего жизненного пути? Нет, ведь тогда я не встретил бы мою умницу-красавицу жену, которая призналась, что во мне ей всегда нравился острый ум и позитивный настрой. А этим двум качествам я обязан в том числе и физтеху.

Многое поменялось с момента моего поступления на физтех в далёком 2005 г. Политехнический стал федеральным университетом, а факультет теперь стал институтом, появились бакалавры и магистры. Но сколько ещё предстоит поменяться! На мой взгляд, это не хорошо и не плохо, это значит, что физтех живёт и развивается. Благодаря стараниям людей, которые вкладывают в него свою душу и посвящают жизни, в свои 70 лет физтех остаётся физтехом.

С днём рождения, родной физтех!



Группа ФТ-160 на вручении дипломов, 2003 год.  
В первом ряду в центре академик Г.А. Месяц





Кафедра  
**ИНОСТРАННЫХ  
ЯЗЫКОВ**

## Каждый физтех должен знать иностранный язык (хотя бы английский) в совершенстве!

Ж.А. Храмушина

Кафедра иностранных языков входила в состав физико-технического факультета, а позже института, с 1997 по 2016 г. Преуспевала бы на ФТИ и дальше, если бы не ветер перемен, всегда неожиданный, но не всегда созидательный...

При поддержке декана факультета А.Р. Бекетова кафедра открыла специальность «Перевод и переводоведение», студенты которой многие годы приумножали славу физтеха, участвуя в международных проектах, конкурсах и конференциях. Студенты технических специальностей, под руководством преподавателей кафедры, также демонстрировали высокий уровень владения иностранным языком и неоднократно становились победителями и призёрами различных олимпиад по иностранному языку.

Это и олимпиады, проводимые в УрФУ, где в своё время побеждал физтеховец Е.Багласов, и Всероссийская олимпиада по английскому языку среди студентов инженерных специальностей, где призёрами стали Д. Мирошниченко и И. Ильин, а также международные олимпиады, в частности олимпиада по немецкому языку «Вместе в XXI», на которой студент физико-технического факультета А. Ремпель занял второе место.

Также, по согласованию с кафедрами физтеха проходили защиты дипломов на иностранном языке. Вспоминаются блестящие защиты на английском языке выпускницы кафедры экспериментальной физики И. Седуновой, студента кафедры ВМКСС А. Ларионова, студентки кафедры ФМПК Е. Ведерниковой.

За годы работы на физтехе кафедра иностранных языков организовала много межвузовских, региональных и даже международных конференций, конкурсов, программ и в одном из этих многочисленных мероприятий студенты физтеха по-прежнему с удовольствием участвуют. Это ежегодный творческий конкурс студентов второго курса «Проекты будущего». Аспиранты физтеха, хорошо владеющие английским языком,

оказывали большую помощь в проведении этого конкурса. Они приглашались в качестве членов жюри, поскольку преподаватели иностранного языка в основном оценивали языковую часть выступления, тогда как аспиранты, в силу своих компетенций, могли оценить техническую сторону проекта. Кафедра благодарна аспирантам С. Савченко (ФМПК), А. Герасимову и Д. Бадртдинову (теоретическая физика), С. Панкину (экспериментальная физика).

Победители конкурса на факультете представляли свои проекты на региональном конкурсе. В разные годы становились победителями и призёрами Е. Жевак, В. Вахтер, М. Берсенёв, Д. Сеницын, В. Игошева, Д. Романова. Кроме того, постоянным членом жюри региональных конкурсов является старший научный сотрудник ФТИ канд. хим. наук, доцент В. Волкович. Вот что он сам говорит о конкурсе: «Наверное, никто не будет оспаривать важность владения английским языком в современном мире. Конкурс "Проекты будущего" предоставляет студентам технических направлений возможность посоревноваться в знании английского языка. Имея возможность следить за развитием конкурса в течение многих лет, хочу отметить возрастающий уровень владения иностранным языком, который демонстрируют студенты. Безусловная заслуга преподавателей кафедры иностранных языков в том, что они смогли найти, развить и реализовать такую форму обучения. Кроме того, конкурс, помимо языковой составляющей, интересен и привлекателен своей нетривиальностью и отсутствием однозначно верного ответа или решения конкурсного задания. У студентов появляется возможность выбрать и представить интересную для них тему или собственную разработку и вдоволь пофантазировать».

Хочется отметить, что студенты физтеха не только замечательно справляются с техническими переводами на олимпиадах. Они отлично пишут тотальные диктанты на английском языке, делают сложнейшие переводы поэтических текстов (например, стихов Р.У. Эмерсона), принимают участие в региональных научно-практических конференциях.

## Физтех театральный

Ж.А. Храмушина

Есть театры, которые ставят спектакли на английском. Есть театры, которые специализируются на французском или испанском. Однако уральские энтузиасты решились на невиданный эксперимент – играть на всех иностранных языках, и эта игра стоила свеч. Десятки авторов, великих и малоизвестных, нашли своего зрителя на сцене единственного в России лингвистического театра.

Почти 18 лет назад, в 2001 г., началась история театра «Лингва-Т». Идею создания лингвистического театра озвучила заведующая кафедрой иностранных языков Жанна Артуровна Храмушина. Ее охотно поддержал Аскольд Рафаилович Бекетов, декан физтеха. Должность художественного руководителя предложили Любови Алексеевне Путиловой, доценту Екатеринбургского государственного театрального института, и она с удовольствием согласилась. Началась история очень робко, с совсем маленькой труппы. Было время, когда в театре играли всего 2 человека. Тогда ребята поставили спектакль «Двухголосье» и выиграли с ним приз за лучший лирический спектакль на Екатеринбургском фестивале франкофонных театров.

Аскольд Рафаилович организовал помещение на физтехе специально для «Лингва-Т» – из него получился самый настоящий маленький театр: сцена, гримерка и зрительный зал на 40 мест. К сожалению, труппе пришлось покинуть это замечательное и, что самое важное, свое помещение. С тех пор началась кочевая жизнь театра. Репетиции регулярно меняют свое местоположение, а сами спектакли проходят в Доме актера.

«Лингва-Т» – театр репертуарный по количеству и разнообразию жанров, и он вполне сопоставим с любым другим профессиональным театром:

«Дом Бернарды Альбы» (по пьесе Федерико Гарсиа Лорка на испанском языке, декабрь 2004 г.),

«Как важно быть серьезным» (по пьесе Оскара Уайльда на английском языке, ноябрь 2007 г.),

«Арт» (по пьесе Ясмине Реза на французском языке, ноябрь 2008 г.),

«Мышеловка» (по пьесе Агаты Кристи на английском языке, декабрь 2009 г.),

«Странный мир театра» (по пьесе Марселя Митюа на французском языке, апрель 2010 г.),

«О том, как господин Мокинпott от своих злосчастий избавился» (по пьесе Петера Вайса на немецком языке, ноябрь 2010 г.),

«Маленький принц» (по произведению Антуана де Сент-Экзюпери на французском языке, апрель 2015 г.),

«Счет жизни» (по пьесам Жан-Клода Грюмбера на французском языке, май 2016 г.).

«Лингва-Т» – это, конечно, студенческий театр, но имеет полное право называться профессиональным. За все время коллективного труда ребята собрали солидную коллекцию наград: несколько «Золотых масок», множество призовых мест российского и международного масштабов, побывали на фестивалях за рубежом.

Каждая репетиция театра-полиглота начинается с занятий иностранным языком вместе с замечательными преподавателями кафедры. На сегодняшний день ребята имеют возможность освоить шесть языков – английский, немецкий, французский, испанский, итальянский и китайский.

Зарубежные гастроли, международные фестивали... Когда театр начинался, об этом можно было только мечтать, сейчас это реальность. «Лингва-Т» прошел путь от студенческой студии до признанного в России и зарубежом настоящего театра. Этого бы никогда не произошло, если бы не непреодолимая энергия актеров и убежденная вера в лучшее основателей театра.



Кафедра  
**СОЦИАЛЬНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ**

## Подготовка специалистов социальной работы на физтехе: нарушение традиций или продуктивная ломка стереотипов?

*Н.И. Разикова*

В 1997 г. руководство УГТУ-УПИ приняло нетривиальное решение о создании в составе ФТФ кафедры, не имеющей отношения к подготовке инженеров, кафедры, основной задачей которой стал выпуск специалистов для социальной сферы промышленных предприятий. Так на физтехе появилась кафедра социальной безопасности. С первого взгляда покажется удивительным появление такой нетехнической кафедры на физтехе. Однако история развития этого мощного факультета показывает, что случайных решений здесь не принимают.

Надо сказать, что данный период характеризовался бурными преобразованиями российского общества, порождающими множество социальных проблем. Формировалось многофакторное поле социальных опасностей, вызовов, угроз и рисков, в котором живёт население России в целом и жители закрытых административно-территориальных образований, в частности включая персонал градообразующих предприятий повышенной техногенной опасности. Обеспечение безопасности путём снижения рискогенных факторов для социума и решения социальных проблем – это выработка организационно-правовых мер, социально-пси-



Стоят (слева направо): ст.преп. А.В. Каташов, инж. А.Ю. Степанова, ст.преп. М.Д. Мартыянов, уч. мастер А.И. Подвысоцкий, проф, д.филол.н. Б.С. Павлов, ст. преп. Ю.И. Рягин, ст. преп. М.Г. Эйдинова, доц., к.юр.н. С.С. Малыгин

Сидят (слева направо): доц, к.пед.н. А.С. Воронин, ст. преп. Н.Н. Разикова, секретарь М.Н. Шаламова, зав.каф., к.х.н., доц. Н.И. Разикова, ст. преп. Э.Г. Колунина, ст. преп. Т.И. Анисимова, проф., д.филол.н. Г.В. Мокроносов

хологический анализ деятельности личности и группы людей (например, персонала предприятия), применение технологий разрешения конфликтных ситуаций, обеспечивающих защищённость каждого человека в экономическом, социальном, правовом, нравственно-психологическом аспектах. Специалистов, обладающих широким спектром компетенций для такой специфической работы на предприятиях, до того времени вузы не готовили. Именно поэтому деканом А.Р. Бекетовым было поддержано предложение ректора С.С. Набойченко об организации подготовки специалистов для социальной сферы предприятий. Специальность была организована при поддержке правительства Свердловской области и Палаты промышленников и предпринимателей Свердловской области. Работа по организации кафедры была поручена доценту, к.х.н. Н.И. Разиковой и Э.Г. Колуниной, которая, работая на кафедре, впоследствии стала кандидатом социологических наук.

Здесь надо остановить повествование, чтобы с большим теплом и уважением выразить свою благодарность коренным физтехам, которые в период становления кафедры неизменно нас поддерживали. Это С.Л.Г ольдштейн, Ю.В. Егоров, П.В. Волобуев, С.О. Чолах, В.Н. Оносов, В.К. Слепухин, С.Т. Барашкин, Н.Н. Курбатов.

Постепенно кафедра набирала силу и, кроме учебной и методической работы, стала развивать научную, в основе которой лежит центральная проблема – социальная безопасность личности и общества на территориях, подверженных антропогенному воздействию. Научное руководство тематикой в течение 18 лет осуществлял профессор, д.ф.н., действительный член Международной академии акмеологических наук Павлов Б.С., научное консультирование – профессор, д.ф.-м.н. П.В. Волобуев Как и принято на физтехе, результаты научных исследований сразу внедрялись в учебный процесс, набирала силу НИРС. Постепенно кафедра заняла своё место в научной среде, представляя результаты исследований, опубликованные более чем в 50-ти монографиях, в большом числе научных



Руководитель научного направления, докт. филос. н., профессор Б.С. Павлов

статей, а также представлены на международных и всероссийских конференциях.

Для обеспечения образовательного процесса кафедра широко привлекала практических работников: специалистов и руководителей Министерства социальной защиты населения Свердловской области, ведущих преподавателей Уральской академии государственной службы, Уральского юридического института МВД РФ, специалистов и руководителей Института экономики УрО РАН. Продуктивная работа по всем направлениям требовала усилий специалистов разных сфер науки, которыми постепенно обростала кафедра. Не случайно в её состав вошли кандидаты и доктора экономических, химических, психологических, юридических, социологических, педагогических, медицинских, исторических, философских наук. В короткой статье невозможно перечислить всех, но нельзя не упомянуть первых преподавателей, внесших наибольший вклад в развитие кафедры: Б.С. Павлов, А.И. Кузьмин, К.В. Кузьмин, Ю.И. Рягин, С.С. Малыгин, А.В. Воробьёв,



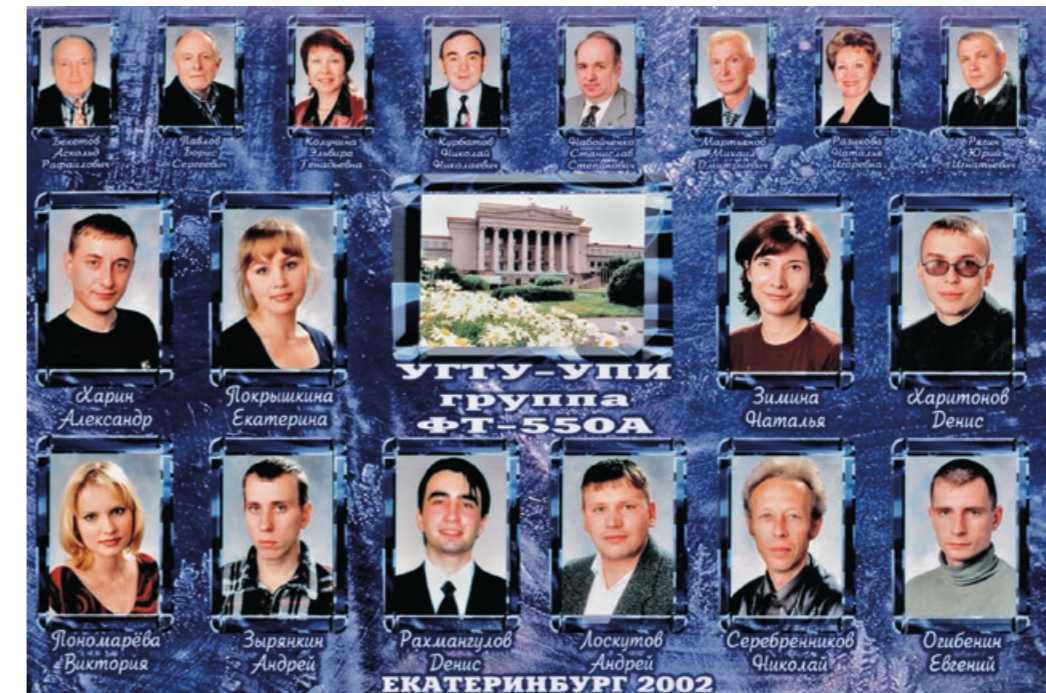
Напутственное слово первым выпускникам кафедры СБ  
Слева направо: ст. преп. Э.Г. Колунина, зав. кафедрой Н.И. Разикова, декан ФтФ А.Р. Бекетов, зам. Декана ФтФ Н.Н. Курбатов, секретарь М.Н. Шаламова



На научном семинаре (слева направо) ст. преподаватель А.С. Вялков, ст. преподаватель О.А. Кузьминых, ст. преподаватель А.Ю. Степанова

М.Д. Мартьянов Здесь необходимо подчеркнуть, что преподаватели нашей кафедры внесли заметное оживление во внеучебную жизнь физтеха. Вот только один пример: Л.А. Путилова возглавила работу лингвистического театра, ставшего лауреатом множества престижных международных конкурсов. В работе театра соединились усилия деканата, кафедры иностранных языков ФТФ и кафедры социальной безопасности. Среди тех, кто налаживал бесперебойность учебного процесса, обеспечивал делопроизводство и работу государственных аттестационных комиссий, создавал на кафедре тёплую, дружескую обстановку, особенно хочется отметить А.Ю. Степанову (учёный секретарь кафедры), О.А. Кузьминых, А.И. Подвысоцкого, М.В. Шаламову, М.К. Подвысоцкую.

Развиваясь и укрепляя свою научную и учебно-методическую базу, кафедра постепенно завоевала авторитет в среде работодателей. Надо признаться, что, набирая абитуриентов, мы и представить себе не могли сколь широким будет спектр учреждений и организаций, где будут работать наши выпускники. Освоение нашей образовательной программы сделало возможным их профессиональный успех в предотвращении и преодолении обширного спектра проблем разных социальных групп. Отсюда – разнообразие видов и сфер профессиональной деятельности наших питомцев. Молодые люди работают на промышленных предприятиях, в том числе и на тех, для которых физтех готовит своих выпускников по техническим специальностям: ОАО «Уральский электрохимический комбинат», ОАО «СвердНИИхиммаш», ОАО «Чепецкий механический завод», ОАО «ПО «Уральский



Первые выпускники кафедры социальной безопасности

оптико-механический завод» имени Э.С. Яламова», Уральское межрегиональное территориальное управление по надзору за ядерной и радиационной безопасностью и других. Они востребованы в службах персонала, социально-экономического развития и безопасности предприятий и организаций; успешно трудятся в информационно-аналитических отделах министерств Свердловской области и коммерческих банков. Наших выпускников можно встретить работающими и в учреждениях социальной сферы, в органах МВД и Минюста, в благотворительных фондах, некоммерческих организациях, социологических лабораториях, службах психологического консультирования. За годы существования кафедра подготовила более 500 дипломированных специалистов, бакалавров и магистров – аналитиков социальной сферы по направлению «Социальная работа» с профильной спецификой «Информационно-аналитическое и организационное обеспечение управленческой деятельности в социальной сфере»; «Организация системы безопасности и разработка социальной политики предприятия»; «Технологии безопасности в социальной сфере и бизнесе (риск-дизайн)»; «Разработка социальных проектов».

Мы, конечно, помним своих первых выпускников, среди которых двое окончили вуз с красными

дипломами. Это – Е. Покрышкина и Е. Огибенин. Среди выпускников, добившихся заметных успехов, Е.В. Гуцин – начальник Управления социальной политики г. Лесного (ЗАТО); М.А. Есенина – ведущий специалист управления социальной политики ЗАО «Русская медная компания», Е.Е. Гордеева – главный специалист отдела обеспечения функционирования и развития комплексной безопасности Департамента образования Администрации г. Екатеринбурга; О.В. Гуцин – к.с.н., заместитель начальника отдела молодежной политики Министерства общего и профессионального образования Свердловской области; А.В. Прокуденко – специалист ГКУ СО «Аппарат общественной палаты Свердловской области»; О.А. Несытых – начальник отдела опеки и попечительства Управления социальной политики по Октябрьскому району г. Екатеринбурга; О.Б. Баклунова (Козленко) – к.с.н., руководитель направления «Социальные программы» Уральского филиала Благотворительного Фонда «Джойнт»; Е.В. Мельницына – директор ООО Центр проектирования «Системы менеджмента»; Н.Г. Джарджуманова – начальник отдела по социальной работе и связям с общественностью ГАУЗ СО «Областная наркологическая больница»; Н.Б. Белова – директор Центра социальной помощи семье и детям «Отрада» г. Екатеринбурга. Не хочу обидеть тех, кого не



Зав. каф. Н.И. Разикова в окружении выпускников

смогла упомянуть в этой короткой статье, и всем посылаю приветствие и благодарность за то, что однажды выбрали для обучения нашу кафедру! Мы гордимся вами и всегда рады вашим успехам!

Поступательное развитие кафедры вывело её и на международный уровень признания. Доказательство тому – руководство масштабным международным проектом «Темпус» в течение трёх лет с координацией деятельности в проекте 16 зарубежных и региональных партнёров. Одним из результатов проекта стала реализация академической мобильности студентов во Францию, Финляндию и Китай. В настоящее время международные академические контакты успешно расширяются и развиваются силами к.п.н. Э.В. Патракова, вступившего в должность заве-

дующего кафедрой в 2013 г. Эта деятельность описана в отдельной статье настоящего сборника.

К сожалению, несмотря на востребованность выпускников на рынке труда, на международное признание кафедры и высокие показатели работы её сотрудников, руководство УрФУ, в процессе оптимизации структуры вуза, лишило кафедру автономии в составе ФТИ. Однако концепция подготовки выпускников не утеряна. Она развивается тем же коллективом, но уже в составе кафедры инноватики и интеллектуальной собственности ФТИ. В предыдущем году начала свою работу научная лаборатория социальной безопасности под руководством Э.В. Патракова. Перспективы этой работы описаны в одной из статей этого сборника.

## Руководство масштабным международным проектом социальной направленности

*Н.И. Разикова*

Впервые в истории физико-технического факультета был реализован масштабный международный проект по социально-гуманитарному направлению. Проект имел образовательные и научные цели: разработка и внедрение концепции «Образование на протяжении всей жизни» для профессиональной сферы социальной работы Уральского региона на основе компетентного подхода: TEMPUS LMTS ETF-JP-00471-2008 «Профессионализация обучения по социальной работе». В течение трёхлетнего периода (2009–2012) кафедра социальной безопасности являлась базовой в реализации проекта со стороны Российской Федерации. Кроме России, в проекте по реформированию образования параллельно участвовали Республика Казахстан и Молдова. Здесь важно подчеркнуть, что в связи с тем, что профессиональная подготовка специалистов социальной работы была начата в России и других странах бывшего Советского Союза только в 1994 г., около 90 % людей, работавших в сфере практической социальной работы, не имели базового образования.

Замысел проекта заключался в том, чтобы организовать уровневое образование «бакалавр-магистр» для сферы социальной работы в трёх вузах и двух колледжах каждого государства, опираясь на потребности работодателей, учитывая взгляд на содержание образования учредителей



Совещание руководства УрФУ и проекта Темпус.

Слева направо: Н.И. Рачёва, ректор УрФУ В.А. Кокшаров, координатор проекта Н.И. Разикова, финансовый директор GIP FIPAG М. Бросс, бенефициар проекта Ж.-Н. Пашу, куратор проекта К. Шабу, переводчик Е.В. Грунина

образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования, а также используя опыт преподавателей. Надо заметить, что концепция социальной работы, которая развивалась на кафедре социальной безопасности ФтФ, начиная с 1997 г., существенно расширяла горизонты понимания этой деятельности участниками проекта, как только лишь вспомогательной для людей, попавших в трудную жизненную ситуацию. Наш подход к социальной работе основывался на разработке таких технологий, которые позволяют оценить и снизить социальные опасности, вызовы, угрозы и риски, возникающие у отдельных людей или целых социальных групп, включая персонал предприятий повышенной техногенной опасности, в различных жизненных ситуациях. Именно с учётом этой позиции и реализовался проект, фактическое руководство российским сегментом которого осуществляла заведующая кафедрой Н.И. Разикова.

Масштабность проекта заключалась не только в его целях, но и в составе и количестве участников, работу которых в течение трёх лет координировали сотрудники кафедры: А.Ю. Степанова, О.А. Кузьминых, А.И. Подвысоцкий, О.А. Баклунова (Козленко), Н.И. Рачёва, а также переводчики Е.В. Грунина и А.В. Иванова. Партнёрами проекта в Уральском регионе были: Аппарат Полномочного Предста-



Методический координатор проекта Н.И.Разикова, профессор Афинского университета М. Папанатхасиу и переводчик А.В. Иванова ведут совещание по подведению предварительных итогов проекта



вителя Президента РФ в Уральском федеральном округе, Министерство социальной защиты населения Свердловской области, Министерство общего и профессионального образования Свердловской области, Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Уральский межрегиональный филиал Всероссийского научно-исследовательского института охраны и экономики труда, Уральский экономический колледж, Ирбитский гуманитарный колледж и несколько учреждений, реализующих технологии социальной работы с населением, попавшим в трудную жизненную ситуацию. Зарубежные партнёры проекта были представлены учреждениями высшего профессионального образования: Академия Гренобля (Франция), Афинский Технологический Университет (Греция), Миланский Католический Университет (Италия), Университет Аквиллы (Италия), Университет Генуи (Италия), Университет Аликанте (Испания), Университет города Печ (Венгрия), Софийский Университет (Болгария), Университет Плимута (Великобритания), Ясский университет им. А. И. Кузы (Румыния), Кокшетауский университет им. А. Мырзахметова (Казахстан) и Государственный университет Молдовы.

В ходе проекта были поставлены и реализованы следующие основные задачи:

- Проведение профессиональной диагностики среди учредителей, руководителей и практических служащих сектора социальной работы Уральского региона, включая сферу социальной работы на предприятиях, для выявления приоритетных профессий и образовательных потребностей. В диагностике приняло участие около 600 человек.
- Разработка обновлённых образовательных программ высшего уровня профессионального образования (бакалавр-магистр) и среднего профессионального образования по направлению «Социальная работа».
- Реализация обучения студентов по обновлённым программам в Уральском федеральном университете им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, Омском государственном университете им. Ф.М. Достоевского, Ирбитском гуманитарном колледже совместно с зарубежными преподавателями.

- Разработка структуры и содержания 27 модулей продолженного образования для реализации в системе повышения квалификации вузов-партнёров проекта и в деятельности Уральского межрегионального филиала Всероссийского научно-исследовательского института охраны и экономики труда.
- Оборудование и методическое наполнение трёх ресурсных центров, созданных для накопления методических ресурсов, в том числе и переданных зарубежными партнёрами, по преподаванию учебных дисциплин и обучению студентов методологии успешного поиска работы.
- Изготовление и распространение 4000 буклетов и афиш с информацией о новых образовательных возможностях и особенностях обучения по обновлённым программам.
- Обучение 320 аналитиков и 320 реноваторов профессий из числа преподавателей вузов, колледжей и сотрудников учреждений сектора социальной работы силами участников проекта.
- Распространение информации о ходе продвижения проекта на мастер-классах, семинарах и конференциях локального, регионального, всероссийского и международного уровней.
- Проведение стажировок преподавателей из учебных заведений-партнёров, учредителей, руководителей и практикующих специалистов сферы социальной работы Уральского региона в вузах, органах муниципального управления и учреждениях социальной сферы Афин (Греция), Милана (Италия), Гренобля (Франция).
- Создание организационной основы для участия в проекте академической мобильности студентов, обучающихся по обновлённым программам.

Распространение информации о ходе и результатах проекта участники проекта вели на протяжении трёх лет в разнообразных формах и с разными аудиториями. Значительный информационный эффект имело представление деятельности на крупнейших выставках (ИННОПРОМ, «Образование от А до Я»),

в телевизионном ток-шоу, на международных и всероссийских конференциях.

Нетривиальным итогом этой деятельности и всей нашей работы в проекте стало постепенное принятие кафедральной концепции социальной работы как участниками проекта, так и многими работодателями. Ведь изначально наши партнёры, особенно зарубежные, вовсе не ставили такой цели. Они планировали лишь передать нам свой опыт организации обучения бакалавров и магистров классической социальной работы. В ходе работы по проекту были реализованы пять зарубежных стажировок как для руководителей организаций-партнёров, так и для ведущих преподавателей – членов рабочей группы реноваторов. Они проходили на базе университетов, муниципалитетов и практикующих организаций социальной работы Франции, Италии и Греции. Первоначальной целью стажировок было знакомство с системой подготовки квалифицированных кадров для сектора социальной работы и получение методических ресурсов от европейских коллег. Однако в каждой встрече с коллегами цели неизбежно расширялись до обмена опытом, потому что для зарубежных коллег интересным и необычным казался наш опыт, ломающий привычные рамки стереотипного подхода к содержанию профессии специалиста по социальной работе, и показывающий новые профессиональные возможности в этой сфере.



Делегация Уральского региона в Муниципалитете Гренобля (Франция)

Слева направо: А.И. Подвысоцкий, С.Л. Медведева, Н.И. Разикова, О.Е. Костенко, Е.В. Грунина, А.Ю. Степанова, О.Б. Козленко

Международный проект показал: мы работаем в физтеховском духе и формате. Профессионализм, научный подход к анализу социальных систем и процессов; взвешенная и обоснованная ломка стереотипов; креативное мышление в разных ситуациях; последовательность, настойчивость, достоинство в отстаивании своих позиций и, конечно, немного юмора – вот наше кредо, признанное теперь и на международном уровне!

## Антропогенные риски высокотехнологичного производства: перспективы образования и исследований

Э.В. Патраков

Само нахождение кафедры, осуществляющей подготовку специалистов в области социальной работы, в структуре физтеха могло казаться парадоксальным, если смотреть на высокотехнологичное производство без учета антропогенного фактора. Иными словами, если не учитывать роль человека в производстве. Но это невозможно. К тому же в период создания кафедры практически на всех производствах, а уж высокотехнологичных тем более, создавались службы социального развития, получили новое развитие такие службы и в ЗАТО – закрытых административно-территориальных образованиях. Это и были основные места трудоустройства выпускников, и, соответственно, научные исследования сотрудников кафедры начинались в этой области. Ключевым партнером здесь является Институт экономики Уро РАН, профессора этого института Б.С. Павлов и А.И. Кузьмин активно сотрудничали с кафедрой.

Пожалуй, наиболее важной статьей в этом плане явилась фундаментальная статья А.Р. Бекетова, Э.Г. Колуниной, Н.И. Разиковой. «Концепция модели специалиста по социальной работе в Уральском государственном техническом университете-УПИ» в 2004 г.

В дальнейшем исследования были сфокусированы на следующих направлениях:

- общие вопросы обеспечения качества жизни в условиях радиационных рисков, в частности и промышленных агломераций в целом. Это направление восходило к более высокой идее, отраженной в самой идеологии

и названии кафедры – социальной безопасности. Исследования и проведенные международные конференции (например, «Медико-социальные и психологические аспекты безопасности промышленных агломераций», 2017 г.) отражали главную идею – социальная стабильность промышленных территорий является фундаментальной категорией промышленного развития:

- вторая большая группа исследований о здоровьесберегающем поведении в условиях радиационных рисков. Эти исследования проводились в ЗАТО Лесной, Озерске и других. Например, здесь можно отметить большую работу Н.И. Разиковой и Б.С. Павлова «Эколого-валеологическое самочувствие населения Урала на permanently загрязненных радиацией территориях (по материалам социологических опросов 1992–2014 гг.)».

В дальнейшем эти исследования были продолжены и сейчас вызывают большой интерес предприятий «Росатома», она востребованы при реализации политики социальной ответственности. Например, это было отражено в обобщающей статье коллектива кафедры «Организационные и психологические аспекты определения категорий населения для проведения массовой информационно-разъяснительной работы по обеспечению радиационной безопасности».

Примерно две трети дипломных исследований бакалавров и магистров были проведены по этой теме.

Актуальность и высокая социальная релевантность тематики исследования подтверждены и рядом успешных международных проектов. Например, в течение 4 лет продолжает проект ERASMUS+ с Университетом Дунайвароша (Венгрия), сотрудничество с которым обеспечило многие контакты в Европе и других странах. Например, в Бразилии; а в ходе научного сотрудничества с Университетом Земельвейса (Будапешт) руководитель кафедры, а ныне научной лаборатории Э.В. Патраков был включен в состав редколлегии журнала, издаваемого университетом.

Отдельно следует упомянуть и активное развитие сотрудничества с Бразилией и Индией, которое вылилось в написание совместных заявок на гранты.

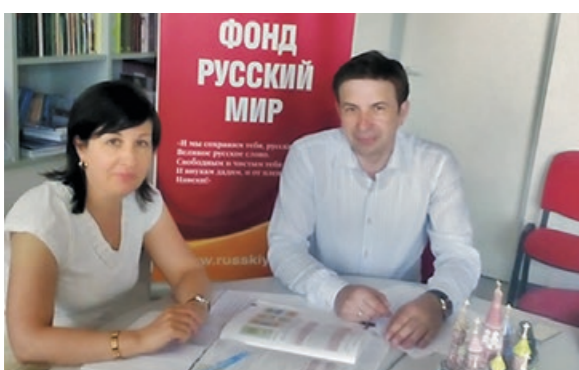
За годы работы кафедра накопила существенный потенциал исследований человеческого (антропогенного) фактора в процессе производства и жизнедеятельности в условиях техногенных рисков в целом. Это исследования качества жизни, социальных представлений о рисках в различных условиях жизнедеятельности, исследования взаимодействия в системе «человек-среда» (технические, экологические аспекты).

Будущее лаборатории ясно видится в продолжении этих исследований, поскольку по мере сближения человека и техники роль антропогенного фактора в его деятельности всегда будет возрастать.



Э.В. Патраков в визите в Университет Таубате (Бразилия). Идет пресс-конференция по итогам обсуждения возможных проектов и грантов

Структурные преобразования в нашем университете коснулись и нашей кафедры, которая, начиная с весны 2018 г. была введена в состав кафедры инноватики и интеллектуальной собственности. Нахождение лаборатории социальной безопасности в структуре этой кафедры открывает и новые перспективы. Коллектив увидел их в развитии социально ориентированного предпринимательства. Этот сектор экономики относится к ряду смежных – располагающихся между экономикой, социальными науками и технологиями. Одновременно, гуманистический, стабилизирующий для общества потенциал социально ориентированного предпринимательства очевиден.



Э.В. Патраков в Русском центре Печского университета (Венгрия)



Э.В. Патраков в г. Варжинья с международной делегацией из Чили, Индии, Португалии и других стран



Кафедра

**ИННОВАТИКИ  
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ**

## Инноватика и интеллектуальная собственность на физтехе

*Д.Б. Шульгин*

Кафедра инноватики и интеллектуальной собственности Физико-технологического института образована 10 декабря 2015 г. в результате объединения двух кафедр ФТИ – инновационные технологии (с 2000 г.) и управление интеллектуальной собственностью (с 2006 г.).

### Инноватика и управление качеством. Создание новых профессий

Кафедра инновационных технологий создана в 2000 г. и в период с 2000 по 2005 г. лицензировала и начала осуществлять подготовку специалистов по двум новым для университета специальностям – «Управление качеством» и «Управление инновациями».

Структурные изменения в экономической системе страны в начале 90-х гг., ориентация на современные технологии менеджмента, а также развитие экономики, основанной на знаниях потребовали формирования новых профессиональных компетенций у выпускников вузов. Для внедрения на предприятиях систем менеджмента качества и их дальнейшего совершенствования с учетом изменяющегося технического законодательства потребовались специалисты в области управления качеством. В ответ на этот вызов в УГТУ-УПИ была открыта программа подготовки таких специалистов.

В тот же период кафедра инновационных технологий университета наряду с четырьмя другими вузами Российской Федерации под руководством заведующего кафедрой Сергея Всеволодовича Кортова приняла участие во всероссийском проекте по разработке образовательных программ с целью подготовки специалистов в сфере инновационной деятельности. Фактически при активном участии кафедры в России создано новое образовательное направление «Инноватика», а в Уральском регионе сформирована новая профессия «Управление инновациями». За значительный вклад в формирование нового образовательного направления в РФ заведующий кафедрой инновационных технологий С.В. Кортов удостоен Премии Правительства РФ в сфере образования.

Новое научно-образовательное направление формировалось на основе активного взаимодей-

ствия с предприятиями региона, правительством Свердловской области и сопровождалось научными исследованиями в области инновационной деятельности. В рамках основного научного направления кафедры – управления качеством в инновационной сфере – ежегодно выполнялись работы в рамках научно-технических программ Минобрнауки России, работы по мониторингу конкурентоспособности предприятий Свердловской области в рамках областного заказа. В 2005 году заведующий кафедрой инновационных технологий С.В. Кортов подготовил и успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Управление инновационными процессами в регионе на основе метода эволюционного моделирования».

### Первые специалисты по инновациям и качеству на Урале

В 2004 г. на кафедре инновационных технологий состоялся первый выпуск дипломированных специалистов по управлению качеством на Урале, а в 2008 году – первый выпуск специалистов по управлению инновациями. Сегодня выпускники кафедры являются признанными специалистами в области управления инновациями и качеством.

Ролевые функции специалистов и менеджеров по инновациям имеют весьма широкий спектр – это и руководитель инновационного проекта, руководитель технологически ориентированного стартапа, менеджер по трансферу технологий университета, специалист подразделения новых разработок промышленного предприятия и, наконец, предприниматель, создающий свой собственный бизнес.

Область профессиональных интересов специалистов по управлению качеством не ограничивается СМК по модели ИСО серии 9000, а понимается шире: это и энергоменеджмент (стандарт ИСО 50001) и системы бережливого производства и внедрение требований отраслевых и международных стандартов. Сегодняшние выпускники по специальности «Управление качеством» всегда востребованы работодателями. Они оказываются на острие решения проблем, стоящих перед экономикой РФ в целом.

Начиная с первого набора студентов и до 2018 г. руководителем образовательной программы был доцент кафедры инновационных технологий А.С. Зеткин – эксперт в области управления качеством. В 1998–1999 гг. он прослушал цикл дисциплин в Международном центре обучения по программе Немецкого общества по качеству (DGGQ) и получил сертификаты менеджера по качеству при производстве продукции и оказания услуг и преподавателя-профессионала по качеству. Позже А.С. Зеткин получил квалификацию эксперта Системы добровольной сертификации «Военный регистр» по сертификации системы менеджмента качества (СМК) и сертификат аудитора (ISO 9001) Qualityaustria. В качестве аудитора СМК А.С. Зеткин совместно с руководителем по качеству УрФУ В.С. Шавриным занимался внедрением системы менеджмента качества в университете и ее совершенствованием с использованием инновационных технологий.

Качество образования по направлению «Управление качеством» подтверждается успешными выступлениями на олимпиадах: в 2017 г. А. Мозговенко заняла 2-е место на Всероссийской студенческой олимпиаде «Системы качества» (г. Казань) и победами в конкурсе выпускных квалификационных работ, проводимом РОСТЕХом (Д. Зайцев – I место и А. Старостин – II место в конкурсе 2017 г.).

### **Патентоведение: возрождение профессионального сообщества**

Кафедра управления интеллектуальной собственностью на физтехе создана в 2006 г. на базе секции «Институт патентоведения» Центра интеллектуальной собственности университета и с момента создания специализировалась на оказании образовательных, экспертно-аналитических и консалтинговых услуг в сфере интеллектуальной собственности.

Одной из причин создания кафедры стала критическая нехватка отечественных кадров в области патентоведения. В 90-е гг. в России произошло резкое снижение (примерно в 100 раз) патентной активности предприятий и научных организаций. Это привело к тому, что, когда в 2000–2005 гг. изобретательская деятельность на российских предприятиях начала восстанавливаться, в стране практически не осталось квалифициро-

ванных специалистов-патентоведов. С учетом сложившейся ситуации, а также практического опыта Центра интеллектуальной собственности УГТУ-УПИ на физтехе в рамках направления «Инноватика» была организована подготовка специалистов по программе «Управление интеллектуальной собственностью». Начиная с первого выпуска в 2011 г., выпускники кафедры УИС успешно работают на многих предприятиях г. Екатеринбурга патентными специалистами. Некоторые из них уже стали патентными поверенными РФ, создали и успешно развивают собственный бизнес.

Образовательные программы высшего и дополнительного профессионального образования кафедры УИС создавались и совершенствовались на основе результатов научных исследований, а также практического опыта в области патентной и экономической экспертизы, оценки и менеджмента интеллектуальной собственности. В 2010 году заведующий кафедрой УИС Д.Б. Шульгин успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Управление интеллектуальной собственностью как стратегическим ресурсом инновационного развития в системе "вуз-предприятие"».

### **Объединение кафедр ИТ и УИС**

С 2010 г. кафедры инновационных технологий и управления интеллектуальной собственностью перешли на двухуровневую систему подготовки – бакалавриат и магистратуру по профилям подготовки «Управление инновационной деятельностью» и «Управление интеллектуальной собственностью» направления «Инноватика», а также бакалавриат по направлению «Управление качеством». С 2012 г. начался процесс интеграции образовательной и научной деятельности кафедр. Разработаны единые модульные учебные планы, а также совместная образовательная программа на английском языке. Начал работу объединенный научный семинар. Процесс интеграции завершился созданием объединенной кафедры в декабре 2015 г. В 2018 г. к кафедре присоединился коллектив кафедры социальной безопасности.

Объединение кафедр привело к развитию междисциплинарных научных направлений на основе объединения научных интересов и компетенций трех творческих коллективов. В настоящее время научные направления кафедры инноватики и

интеллектуальной собственности связаны в основном с прикладными исследованиями, результаты которых ориентированы на развитие региональных и корпоративных инновационных систем и предназначены для использования в практике промышленных предприятий, университетов и компаний Уральского региона.

### **Кафедра сегодня**

*Образовательная деятельность* на кафедре инноватики и интеллектуальной собственности в настоящее время реализуется по направлениям:

- Инноватика.
- Управление качеством.

Студенты имеют возможность выбора профиля подготовки («Технологическое предпринимательство», «Управление инновационными проектами и программами» и «Управление интеллектуальной собственностью») и соответствующей будущей профессиональной траектории. Так, в частности, в программе бакалавриата в рамках образовательной траектории «Технологическое предпринимательство» образовательный процесс ориентирован на работу в проектных командах и создание собственных технологически-ориентированных бизнесов. В магистерской программе обучение по траектории «Управление инновационными проектами и программами» сфокусировано на научном и экспертно-аналитическом сопровождении инновационной деятельности на уровне региона и предприятия.

В рамках траектории «Управление интеллектуальной собственностью» обучаются будущие специалисты по интеллектуальной собственности, которые обеспечивают для инновационного бизнеса формирование одного из основных правовых инструментов и финансовых активов – интеллектуальной собственности. Выпускники этого профиля весьма востребованы на предприятиях и в научных организациях региона в качестве патентных экспертов, оценщиков интеллектуальной собственности, а также специалистов, способных организовать эффективное управление патентным портфелем компании.

Менеджеры по качеству обеспечивают конкурентоспособность организации за счет построения эффективной системы менеджмента, в основе которой лежат процессный подход и повышение качества продукции и услуг с учетом

требований потребителей. Знания современных инструментов повышения качества, стандартов систем менеджмента, порядка сертификации, основ управления процессами и рисками обуславливают высокую востребованность таких специалистов на предприятиях любой отрасли.

*Научные исследования* в области инновационной деятельности направлены на решение задач, относящихся к проблеме анализа и прогнозирования социально-экономического развития в инновационной сфере на макро-, мезо- и микроуровнях экономики. К настоящему времени на кафедре под руководством докторов экономических наук С.В. Кортова и Д.Б. Шульгина сформировалось научное направление «Оценка, анализ и моделирование инновационной деятельности в экономических системах», а в планах на ближайшую перспективу – формирование научной школы по инноватике. В рамках этого научного направления преподаватели, аспиранты и магистранты кафедры проводят прикладные исследования в области анализа технологических трендов, построения патентных и технологических ландшафтов, конкурентной технологической разведки, а также оценки эффективности управления инновациями и интеллектуальной собственностью. Ежегодный объем грантов и хоздоговорных работ по научному направлению составляет 10–15 млн рублей.

Практическая ценность проводимых на кафедре исследований обусловлена высокой значимостью проблемы выбора стратегии технологического развития в условиях глобализации экономики и быстроменяющейся конкурентной среды. Эффективность этого выбора в значительной степени определяется тем, насколько точно предприятием или регионом учтены глобальные и региональные и технологические тренды. Одним из результатов практического применения результатов исследований стала разработка и внедрение в 2018 г. корпоративной патентной стратегии для АО «НПК «Уралвагонзавод», а также реализация на предприятиях новой образовательной программы дополнительного образования «Управление программами инновационного развития».

*Инновации.* Важную роль в деятельности и развитии кафедры инноватики и интеллектуальной собственности играет Инновационная инфраструктура УрФУ, руководителем которой Н.Г. Терлыга является

доцентом кафедры. Это уникальная база для практической проектной деятельности студентов, где они, участвуя в таких проектах, как «Инновационный дайвинг», «Технологический акселератор», «Уральская проектная школа», осваивают новую и непростую процессию. Многие специалисты и руководители

подразделений инновационной инфраструктуры таких, как Центр трансфера технологий, Центр интеллектуальной собственности, Центр образовательных технологий преподают на кафедре и активно участвуют в образовательном процессе.



Кортков Сергей Всеволодович – лауреат премии Правительства РФ в области образования, первый проректор УрФУ



Шульгин Дмитрий Борисович – заведующий кафедрой инноватики и интеллектуальной собственности УрФУ



Терлыга Надежда Геннадьевна – руководитель инновационной инфраструктуры, заместитель первого проректора УрФУ



Зеткин Александр Сергеевич – руководитель образовательной программы «Управление качеством», эксперт в области управления качеством, эксперт-аудитор



Кафедра

**ФИЗИКИ**

**ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ**

**ПРОЦЕССОВ**

## Целевая подготовка кадров для РФЯЦ ВНИИФ

*Д.Р. Байтмиров*

Ни для кого не секрет, что главная гордость любого университета, института, факультета – это востребованные выпускники, пользующиеся уважением и на предприятиях индустриальных партнеров, в академических или отраслевых научных учреждениях, и в иных организациях России и мира. Ведь каждый выпускник, по сути, становится визитной карточкой университета – подтверждением качества подготовки, постоянного развития при сохранении лучших традиций вуза. Именно это стало одной из основных причин возникновения на физтехе новой кафедры – физика высокоэнергетических процессов, которая была образована по инициативе РФЯЦ-ВНИИФ.

Целью ее создания была подготовка высокопрофессиональных кадров в таких научных областях, как физика конденсированного состояния, физика термоядерного синтеза и ядерных реакторов, физика высоких давлений и температур, компьютерное моделирование сложных быстропротекающих процессов. Кафедру возглавил научный руководитель РФЯЦ-ВНИИФ, академик РАН Георгий Николаевич Рыкованов. В 2013 г. состоялся первый набор студентов по направлению 140800 «Ядерная физика и технологии». На 25 бюджетных мест было принято 17 юношей и 8 девушек со всего Уральского региона.

Важную поддержку в организации учебного процесса на кафедре оказала Высшая инженерная школа. При участии сотрудников Школы – О.И. Ребрина и И.И. Шолиной – был разработан первый учебный план кафедры, который в то время одним из первых в университете был основан на модульном принципе и строился под запросы и требования конкретного индустриального партнера – РФЯЦ-ВНИИФ.

Стоит отметить еще одну особенность образовательного процесса на новой кафедре физтеха – это значительный объем учебной нагрузки по базовым математическим курсам, превышающий установленный федеральным стандартом бакалаврской подготовки. Несколько специальных курсов подготовлены и реализуются ведущими учеными РФЯЦ-ВНИИФ В.Ю. Политовым, С.А. Бабанем, Е.Б. Смирновым.

Летняя учебная и производственная практики студентов на регулярной основе проходят на базе Ядерного центра в теоретических и экспериментальных отделах.

Но бакалавриат – это только начальный уровень подготовки будущих высокопрофессиональных специалистов. Поэтому в 2017 году на кафедре была открыта магистерская образовательная программа «Физика высокоэнергетических процессов», целью которой стала углубленная подготовка студентов



Первый набор студентов кафедры



по научным и производственным направлениям РФЯЦ-ВНИИТФ. Основная специализация выпускников программы – теоретическая ядерная физика и математическое моделирование.

На сегодняшний день на кафедре обучаются 23 бакалавра и 6 магистров. В июне 2017г. состоялся первый выпуск – 9 бакалавров по направлению «Ядерная физика и технологии». После защиты своих выпускных работ перед комиссией под председательством заместителя директора РФЯЦ-ВНИИТФ Б.К. Водолага ребята получили свои первые дипломы, один из которых был красный, а уже в сентябре продолжили обучение в магистратуре на родной кафедре, а также в других институтах и университетах.

Конечно, ВНИИТФ – базовое предприятие нашей кафедры. Вместе с тем, если в процессе учебы у студентов кафедры проявляются интересы к иной специализации, они могут продолжить обучение по другим магистерским образовательным программам, а затем развивать свою профессиональную карьеру как в различных подразделениях РФЯЦ-ВНИИТФ, на предприятиях ГК «Росатом», так и в других организациях.

Сегодня первые магистры кафедры готовят к защите свои магистерские диссертации, при этом некоторые из них уже работают на предприятиях «Росатома» (ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор», АО «ИРМ»), в институтах академии наук (ИБТЭ УрО РАН, ИФМ УрО РАН) или научных центрах (Объединенный институт ядерных исследований).

После окончания магистратуры у наших выпускников будет возможность продолжить обучение в аспирантуре УрФУ или РФЯЦ-ВНИИТФ.

Сегодня, взглядываясь в фотографию первого набора кафедры, вы можете увидеть молодых,

амбициозных школьников, которые вступили на неизвестный для них новый путь, имея различные цели и ожидания. И этот путь, действительно, был сложным. Но те, кто прошел его, стали специалистами в различных областях физики, и даже химии. Каждый из них нашел свою профессиональную область, в которой они продолжают трудиться и развиваться. Учеба на кафедре позволила им освоить серьезный объем знаний в областях ядерной физики, химии, математического моделирования, познакомиться с новыми людьми – высококлассными специалистами, работающими на предприятиях Росатома, оборонной промышленности, в институтах Академии наук и других научных центрах, обрести новых друзей, а некоторым – обрести семейное счастье: Фадеевы Игорь и Евгения – первая семья физиков-ядерщиков нашей кафедры.

Да, студенты нашей кафедры имеют большие возможности для своего личностного и профессионального развития. И, конечно, все знания и навыки, которые они приобретают в институте, – это труд, в первую очередь, сотрудников родной кафедры – В.Б. Сурнева, В.И. Радченко, В.В. Киселева, А.А. Расковалов, Е.Г. Ковалевой, Т.А. Правишкиной, Н.А. Светловой сотрудников других кафедр Физтеха, а также бесценный труд и участие наших коллег из РФЯЦ-ВНИИТФ, особенно, Водолага Б.К., обеспечивающего непосредственную связь кафедры с Ядерным центром. Сегодня РФЯЦ-ВНИИТФ, помимо методической поддержки учебного процесса, оказывает значительную финансовую помощь институту, в частности, проводит реконструкцию помещений ФТИ с целью создания «фирменного» коворкинга ГК «Росатом».

...Все процессы в мире требуют энергии, главное – правильно ею управлять. Выпускники нашей кафедры прекрасно с этим справляются.



НАУЧНЫЕ  
КОНФЕРЕНЦИИ

## Физика. Технологии. Инновации

*С.В. Звонарев*

Ежегодная международная молодежная научная конференция «Физика. Технологии. Инновации» несмотря на свою, казалось бы, непродолжительную историю – впервые она состоялась в 2014 г. в канун 65-летия физтеха – уже общепризнана визитной карточкой молодежной науки нашего института. В 2019 г. уже шестая по счету конференция разумеется посвящена очередному юбилею физтеха. Традиционно все ее участники, за исключением приглашенных докладчиков, молодые ученые в возрасте до 35 лет или до 39 лет при наличии степени PhD. Ну а основная цель проведения конференции заключается в предоставлении возможности подрастающей научной молодежи физтеха и нашим гостям обсудить свои проекты, представить результаты исследований ведущим отечественным и зарубежным специалистам и, возможно, сделать первый уверенный шаг по тернистому пути научного познания.

Круг научных интересов ученых физтеха чрезвычайно широк. На пленарных и секционных заседаниях конференции рассматриваются и обсуждаются вопросы состояния и перспективы применения высоких технологий, результатов фундаментальных и прикладных исследований в различных областях науки и техники, промышленности, медицины и социальной сферы в России, странах СНГ и ЕС, США, Китае, Индии и других государствах мира.

Тематика конференции охватывает практически весь спектр естественно-научных и технических направлений: 1. Физика конденсированного состояния. 2. Приборостроение и робототехника. 3. Химические технологии. 4. Материаловедение. 5. Информационные технологии. 6. Биоинженерия и биотехнологии.



Обсуждение стендового доклада

7. Инновации и социальные технологии. В рамках первой из секций рассматриваются вопросы физики и химии плазмы, физики электрических разрядов, оптические, спектральные, лазерные и плазменные технологии, а также проблемы определения атомной структуры, магнитных, оптических и люминесцентных свойств перспективных материалов и наноматериалов, их радиационной стабильности и целенаправленного влияния облучения на свойства материалов. Вторая секция посвящена технике и электронике, в том числе и больших мощностей, приборам неразрушающего контроля и диагностики. На секции по химическим технологиям поднимаются вопросы технологии редких металлов, ядерных и родственных материалов, порошковой и плазменной металлургии, поверхностных покрытий. Секция материаловедения посвящена материалам, структурам и системам, в том числе на основе SMART-технологий, упрочняющим технологиям, новым материалам для дозиметрии и микроэлектроники. На секции по информационным технологиям обсуждаются вопросы анализа, теоретического и компьютерного моделирования сложных систем, системного администрирования и защиты информации. Одной из наиболее интересных является секция по биоинженерии и биотехнологиям, на которую традиционно выносятся вопросы, включающие биофизику и моделирование биологических процессов и систем, в том числе проблемы генетически модифицированные организмы (ГМО). Секция по инновационным и социальным технологиям посвящена рассмотрению вопросов инноваций и высокотехнологичных разработок в различных областях, а также социальных аспектов, связанных с их применением.



Вопрос по докладу от аспирантки физтеха из Египта Халаф Хям

Обширная тематика конференции позволяет вынести на обсуждение интересные проблемы на стыке наук, взглянуть на них с совершенно неожиданных сторон, сделать многофакторную оценку состояния результатов, предложить оптимальные схемы и пути развития фундаментальных и прикладных исследований, образования, экономики, инноваций и высокотехнологичной промышленности. Постепенно в рамках нашей конференции формируется культура публичного обсуждения результатов, достигнутых в ходе выполнения молодежных проектов РНФ и РФФИ в рамках тематик как ведущих научных школ физтеха – «Технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов», «Уральской школы люминесценции», «Радиационного материаловедения и функциональных материалов», так и других признанных научных коллективов нашего вуза и его гостей.

При формировании научной программы конференции особое внимание уделяется поиску приглашенных маститых ученых для пленарных докладов. Среди них как ведущие российские (Москва, Санкт-Петербург, Томск), так и зарубежные ученые (США, Япония, Нидерланды, Израиль, Латвия, ОАЭ, Индия) по актуальным представлениям и направлениям развития современного научного познания. В 2019 г. с пленарными докладами выступят проф. М.И. Кацнельсон (Katsnelson M.I., h-индекс – 90) из Университета Радбауд (г. Неймеген, Нидерланды), проф. Г. Розенман (Rosenman G.I., h-индекс – 38) из Университета Тель-Авива (Тель-Авив, Израиль), проф. И.В. Соловьев (Solovyev I.V., h-индекс – 31) из Национального института материаловедения (г. Цукуба, Япония), проф. Н.А. Артемьева (Artemieva N.A., h-индекс – 26) из Планетологического института США (Туксон, США), проф. А.И. Попов (Popov, A. I., h-индекс – 25) из Института физики твердого тела Латвийского Университета (г. Рига, Латвия), проф.

В.В. Иванов (Ivanov V.V., h-индекс – 14) из Московского физико-технического института (Москва, Россия) и другие. Ежегодно в конференции принимают участие более 300 молодых ученых из разных городов России (Москва, Санкт-Петербург, Томск, Казань, Самара, Астрахань, Архангельск, Воронеж, Симферополь, Челябинск, Тюмень и др.) и из-за рубежа (Германия, Италия, КНР, Индия, Венгрия, Египет, Белоруссия, Казахстан). География участников позволяет надеяться на уверенное вхождение физтеха и всего университета в мировое научное сообщество, работать в будущем на острие современной научной проблематики.

Лучшие материалы конференции, отобранные авторитетными экспертами публикуются в специальных выпусках журналов, индексируемых в Базе данных Scopus (на английском языке) и в Базе данных РИНЦ (на русском языке). Так, по результатам конференций 2016–2018 гг. были опубликованы сборники в AIP Conference Proceedings, которые были проиндексированы в базах данных Scopus и Web of Science.

Члены программного комитета конференции на основании знакомства с тезисами докладов неоднократно отмечали, что исследования по всем тематикам конференции проводятся на высоком уровне с использованием современных методик и оборудования мирового класса. Увеличивается число исследований, поддержанных различными научными фондами, включая РФФИ и РНФ, что является независимой оценкой их актуальности и перспективности.

Ну а для организаторов конференции, возраст которых зачастую не отличается от возраста большинства ее участников, подготовка и проведение научного форума, последующая работа над подготовкой материалов к опубликованию представляет бесценной школой совершенствования своей научной квалификации, своего позиционирования на карте науки, практикой организации и поддержания связей в научном мире.



Победители устных и стендовых секций конференции с директором ФТИ В.Н. Рычковым



**ВНЕУЧЕБНАЯ  
И ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ  
РАБОТА**



## Внеучебная и воспитательная работа

*Е.А.Зафиров, И.К. Гатаулин*

*Всестороннее и разнообразное развитие личности – залог успеха в современном многогранном мире.*

Что выгодно отличало выпускника физтеха во все времена? Почему наши выпускники успешны не только в целевых, но и в смежных профессиях? Благодаря каким навыкам, умениям, знаниям и компетенциям физтехи с легкостью способны адаптироваться к самым сложным и быстроменяющимся условиям? Факторов и причин, конечно, множество: это и обучение системному подходу и системному мышлению, и неразрывность теории и практики в образовании, и тесная связь с предприятиями. Особенно стоит упомянуть «дух физтеха» и «физтеховскую систему образования» – понятия, которые практически невозможно объяснить словами стороннему человеку, их можно только получить в качестве «приобретенных» рефлексов, окончив ФТИ.

Без доли сомнения можно утверждать, что во всем этом крайне важную и неотъемлемую роль играет система внеучебной и воспитательной работы, существующая в нашем институте. Именно о том, какова эта система сегодня и что необычного за 5 прошедших лет в ней произошло, мы расскажем на ближайших нескольких страницах.

В институте созданы возможности для всестороннего развития личности студента, приобретения навыков коллективного творчества и работы, формирования лидерских качеств. В течение учебного года институтом проводится более 60 внеучебных мероприятий, среди которых около 20 спортивных, 10 интеллектуальных, множество событий творческой и смежной направленности. Суммарное количество участников превышает 5500 человек в год. Так как студентов у нас чуть больше 1700, это говорит о том, что многие из них многократно принимают участие в различных мероприятиях. Особое внимание за прошедшие годы было уделено развитию и совершенствованию интеллектуальных игр. В ФТИ функционирует 26 сборных спортивных команд по различным видам спорта, есть институтская газета и фотоклуб, работает студенческий отряд охраны правопорядка и много другое.

С уверенностью можно сказать, что сейчас мы или проводим самостоятельно, или даём воз-

можность студентам принять участие в событиях, формирующих любую из 28 самых востребованных общекультурных компетенций.

«По моему мнению, без внеучебной деятельности выпускник физтеха получается неполноценным, – рассказывает Сергей Вовк, председатель профбюро (Союза студентов) ФТИ с 2015 по 2017 г. – Скажу умные слова, в этом случае он не обладает достаточным набором компетенций, притом одних из самых важных – общекультурных. А вот если обладает, да и всеми, то получается человек, который определенно добьётся успеха. По итогу работа в профбюро лично мне дала то, чего не хватало в самом начале деятельности, а именно – умение распределять обязанности, в том числе и делегировать, и способность не париться по пустякам, которые сейчас помогают мне в моей профессиональной деятельности».

Конечно, во внеучебной работе сказываются на формировании личностей выпускников ФТИ, на том, как они проявляют себя в профессиональном коллективе после окончания университета.



Сергей Вовк – председатель профбюро ФТИ с 2015 – 2017 гг.



Зафиров Евгений – специалист по организации воспитательной работы ФТИ, председатель профбюро ФТИ 2010-2012 гг.

«Нашего выпускника сразу видно в коллективе, – говорит Зафиров Евгений, специалист по организации воспитательной работы ФТИ, председатель профбюро ФТИ 2010–2012 гг. – и это не мои слова. Мне много раз приходилось работать на проектах вне ФТИ: университетского и городского масштаба, не связанных с образовательной деятельностью. Всегда в проектной команде были выпускники нашего института, многих приглашал я, потому что они особенные, ты знаешь, на что способен выпускник физтеха. Мне не раз приходилось слышать от руководителей или сторонних людей фразы по типу: "Чем вас там всех поят?", "Вас что, и этому учат?" или "А, ну ты с физтеха, сразу понятно всё". Больше всего в память врезалась совсем недавняя фраза одного из руководителей – процитировать я её не смогу, но её суть примерно в следующем: "вы как роботы: работать, работать, работать. Один проект кончился – сразу за следующий; задача не понятна – ничего, разберемся; никогда этого не делал – не проблема – узнаю, как сделать и сделаю". Конечно, весь ответ в атмосфере – сама атмосфера на ФТИ располагает к тому, чтобы быть разносторонним и прокачивать в себе самые разные "скиллы". И это одна из самых ключевых наших задач – создать атмосферу, которая бы способствовала многогранному развитию наших студентов. И, мне кажется, мы справляемся вполне достойно».

Конечно, бывают и неудачи, но они делают нас только сильнее: «Бенефис УрФУ 2018-го можно считать неудачным для нас мероприятием, – рассказывает действующий председатель Союза

студентов ФТИ Ярослав Губанов. – Этот конкурс оказался в контрасте с Дебютом первокурсника, где Физтех достойно себя проявил и занял второе место. Поражение заключалось в том, что, несмотря на парную работу институтов, мы оказались одни, а культурно-массовая комиссия была на грани своего творческого предела. Я как руководитель, совершил ошибку в том, что захотел идти до конца, несмотря на сложившиеся обстоятельства. Но это нас многому научило. Вообще работа в профбюро даёт огромную коммуникативную практику, заставляет освоить эффективное управление временем и многое другое. Но самое главное, профбюро даёт людям, которые всегда готовы прийти на помощь независимо от ситуации».

### 7 главных достижений за 5 лет

**1. Общественная деятельность.** Дважды проводился конкурс на лучшее профбюро среди институтов Уральского федерального университета. И оба раза профбюро (Союз студентов) ФТИ становилось лучшим по итогам рейтинга достижений за год и конкурса проектов. Это полный и объективный конкурс, отражающий все аспекты деятельности профбюро в части внеучебной и воспитательной работы со студентами: профсоюзное членство, количество и качество проведенных мероприятий, успешность проектов и многое другое.



Действующий председатель профбюро ФТИ Ярослав Губанов



Церемония «Студент года УрФУ – 2017»



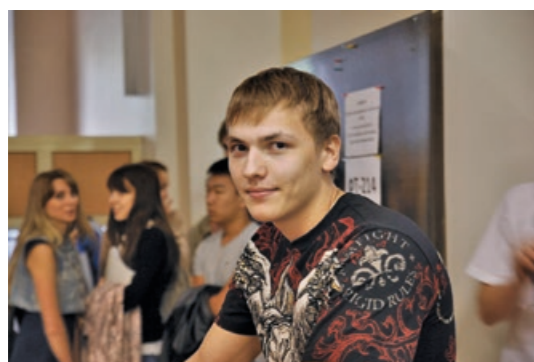
Женская сборная ФТИ по лёгкой атлетике

**2. Спорт.** Физтех по-прежнему остается одним из лидеров университета в спортивной деятельности. Ежегодно физико-технологический институт завоевывает десятки медалей в универсиаде УрФУ, побеждая (в разные годы) в общем зачете, мужском или женском зачете. Более 100 студентов ФТИ имеют, или имели статус студент-спортсмен, были членами сборных команд института и университета.

Мы, с момента образования физтеха, особенно гордимся нашими студентами, побеждающими вне стен университета, так сказать на профессиональной арене. Сегодня это:



Дамир Михайлович Щербаков, кандидат в мастера спорта по спортивному туризму, студент 4 курса, многократный чемпион и призер Чемпионатов России



Павел Дмитриевич Лунев, мастер спорта по армрестлингу и пауэрлифтингу, выпускник 2017 г., 4-х кратный чемпион Мира и 3-х кратный чемпион Европы среди юниоров



Игорь Анатольевич Юрков, кандидат в мастера спорта по скалолазанию, магистрант 2-го года обучения, призер Чемпионата и Универсиады Свердловской области в лазании на трудность, выступления за сборную России на этапе кубка мира в Германии, а также на международных соревнованиях в Италии «Rock masters» (2014).



Залия Фарвазовна Газимова, кандидат в мастера спорта по мини-футболу, выпускница 2016 г., победитель Всероссийского финала проекта «Мини-футбол в ВУЗы» (2018) и «Мини-футбол в школу» (2012), чемпион Мира по мини-футболу среди студентов (2018)



Екатерина Александровна Тарханова, мастер спорта по плаванию, студентка 3 курса, многократный чемпион России в эстафетном плавании, призёр и финалист кубка России, многократный чемпион Свердловской области и УрФО



Дебют первокурсников ФТИ

**3. Творчество.** Студенты ФТИ сильны в творчестве. Более 50 студентов физтеха являются членами творческих коллективов университета, победителями и лауреатами российских и международных конкурсов, а в некоторых коллективах являются создателями и педагогами. Примерами могут служить студия эстрадного вокала «VSS» или коллектив народных танцев «Маруся International». В университете ежегодно проходит два традиционных крупных творческих конкурса – фестиваль «Дебют первокурсников УрФУ» и фестиваль «Смотр художественной самодеятельности институтов

УрФУ». В этих конкурсах за пять лет ФТИ имеет победы и призовые места в разные годы.

**4. Общежитие.** Введена новая система поселения в общежитие. Система была разработана в Физико-технологическом институте и, после коллективного обсуждения, доработки и совершенствования с участием Дирекции информационных технологий УрФУ и Союза студентов университета, была введена во всем Уральском федеральном университете. Система представляет собой распределение мест в общежитии на основании рейтинга студентов, учитывающего достижения в учебной



Мистер и мисс 10 с/к





Церемония «Студент года УрФУ – 2018»

и внеучебной деятельности, с учетом требований Федерального закона № 273 «Об образовании в Российской Федерации».

**5. Студенты года.** С 2016 г. в Уральском федеральном университете существует ежегодная премия «Студент года УрФУ». Премия является конкурсной, отборы и мероприятия идут несколько месяцев. В разные годы в премии было от 8 до 11 номинаций, среди которых были «Лучший в

творчестве», «Лучший в спорте», «Открытие года», «Аспирант года», «Научный прорыв», «Иностранец года» и другие. Вручение премий проходит в торжественной предновогодней обстановке в «Ельцин-центре». Среди победителей номинаций компетентное жюри выбирает абсолютного победителя – обладателя Гран-при. За три года проведения премии студенты ФТИ победили в номинациях шесть раз и один раз студент ФТИ стал обладателем Гран-при.

**6. Газета института.** Продолжаются славные традиции газеты физтеха «Физико-Техник». На смену «Физико-Технику» и «Спектру» теперь пришел новый бренд газеты института, получивший название «ФoТон». Газету курирует профбюро (Союз студентов) Физико-технологического института, и в редакции работают только студенты. Газета рассказывает о событиях в жизни института, успехах наших студентов и выпускников, необычных проектах ФТИ, кафедрах и лабораториях института. Газета выходит 6 раз в год в электронном виде в социальных сетях и на сайте института, рассылается на почту сотрудникам ФТИ. Газета имеет победы в номинациях университетского Конкурса студенческой прессы/Конкурса студенческих СМИ.

**7. Символ Союза студентов ФТИ.** В 2017 году у профбюро (Союза студентов) ФТИ появился свой символ, который добавил к нашим уже давно сложившимся единым мыслям еще и единый стиль. Этот символ отчасти олицетворяет не только



Выпуск газеты «ФoТон». Обложка



Символ союза студентов ФТИ

профбюро, но и всю внеучебную жизнь, используется на афишах, сувенирной продукции, на внеучебных мероприятиях. Этим символом стал лев – царь зверей – кто же еще может олицетворять лучшую систему воспитательной и внеучебной работы в университете? Подобные символы – животные – есть и у профбюро других институтов.

«Внеучебная работа – это вторая школа, завершает раздел своими словами Никита Кравец, председатель профбюро ФТИ 2012–2014 гг. – Навыки, знания, которые приобретаются в ходе этой деятельности, трудно получить где-то еще. Во



Никита Кравец – председатель профбюро ФТИ 2012–2015 гг.

многом, участие во внеучебной жизни и определяет будущий вектор развития специалиста. На данный момент, на рынке труда ценятся люди, которые развиты разносторонне. Получая образование по специальности не стоит забывать и про личные качества». Именно таких развитых людей как и прежде старается готовить Физико-технологический институт.



СТРОЙОТРЯДЫ

## КЛЯНЁМСЯ! КЛЯНЁМСЯ! КЛЯНЁМСЯ!

*Д.В. Мясникова*

Для многих выпускников Физтеха слово «СТРОЙОТРЯД» это ответственность за дело, братство, свобода, радость победы от выполненных планов, надежды, песни у костра, работа от рассвета до заката, самостоятельность от взрослых, свои первые деньги, преодоление себя, и даже страстная любовь! Отряд как созданная самими студентами рабочая ячейка мог заключать договора с заказчиками, браться за разнообразную деятельность: разработка земель, сельхозработы, строительство зданий, штукатурно-малярная деятельность и многое другое. Крышей, юридической и финансовой (в случае форс-мажорных обстоятельств), выступал Штаб строительных отрядов УПИ. Только в работе, тяжелой работе рождалась настоящая дружба.

Немного истории. Мне попала выдержка из архивов самых ярких стройотрядовских подвигов ([http://upi-mezon.ru/ftf-60\\_glava\\_5.html](http://upi-mezon.ru/ftf-60_glava_5.html)). Читая эти строки, хочется улыбнуться, ведь среди фамилий активистов встречаешь столько преподавателей и крупных ученых ФТИ:

«Формирование отрядов ЦЕЛИНЫ-65 на физтехе осуществляло факультетское бюро ВЛКСМ. Было создано два отряда, костяк которых составили бойцы "НУКЛОНА": "ГРЕНАДА" и "УПИ-МЕЗОН". Еще осенью 1964 года после приезда с первой целины определился руководящий состав отряда «УПИ-МЕЗОН»: командир - Витя Павлов, отличившийся на первой целине бригадир каменщиков, комиссар Борис Нестеренко, комсорг Володя Селезнев (профессор кафедры технической физики), только что передавший пост секретаря бюро ВЛКСМ ФтФ



Нетрудовые будни ССО «УПИ-МЕЗОН»

Николаю Кордюкову, культорг Саша Кружалов (почетный профессор УРФУ), имевший к этому времени опыт комсомольской работы на одном из предприятий Минсредмаша, поэт Володя Шилов, автор гимна отряда, снабженец Саша Кулимбетов, бригадир Генрих Егиазарьян, впоследствии оперный певец в Перми. Отрицательный опыт первой целины подсказал, что к летнему выезду надо тщательно готовиться.

Кроме подготовки по производственной линии, были задуманы темы костров, вечера поэзии, спортивных игр, выступления художественной самодеятельности. Пригласили персонально несколько девушек с инженерно-экономического факультета, кандидатуры тщательно подбирались штабом отряда, особо ценили творческий подход, позитивность настроения и умение его поддержать в коллективе. Например, в отряд попала неутомимая певунья Клава Некрасова, впоследствии заслуженный учитель РФ, Вера Прокопенко, в настоящее время президент «Автовазбанка», Людмила Селезнева, ставшая доцентом, кандидатом филологических наук».

Любая целина начиналась с удивительного действия – клятвы бойцов отряда. Это своеобразный ритуал, погружение в работу, заявление о взятой на себя ответственности за свой труд, за труд всей команды. Об этом ярко пишет О.И. Ребрин (доктор наук, директор Высшей инженерной школы УРФУ): «Сегодня мы залили фундамент нашего первого дома. Чёткий прямоугольник сырого ещё бетона, стиснутый новенькой, только что сбитой



О.И. Ребрин, комиссар ССО «УПИ-МЕЗОН», целина 1974 г.

опалубкой. Первые настоящие трудовые мозоли жгут руки – сложный, оказывается, это инструмент – лопата. И у земли приметили свой характер, то упрямый, то тяжелый, а поглубже – мягкий и податливый... Но сначала КЛЯТВА новых бойцов. Падают её слова в самое сердце, именно для тебя. Впереди пятьдесят нелегких трудовых дней, кубы кладки и тысячи растворных замесов, квадраты штукатурки и блеск свежавыкрашенных полов. Впереди – Целина. А сегодня мы вслушиваемся в слова клятвы и уверенно, твердо повторяем: "КЛЯНЕМСЯ! КЛЯНЕМСЯ! КЛЯНЕМСЯ!"».

Настрой на работу давали не только клятвы, но и песни. В ССО «Фотон» придумали свой собственный гимн:

ПОДЪЕМ, КАК СВИСТ КЛИНКА, ПОДЪЕМ, КАК ВЫСТРЕЛ У ВИСКА,  
ПОДЪЕМ - ДЕНЬ НОВЫЙ НАЧАЛСЯ, БОЛЬШИЕ ЖДУТ ДЕЛА!  
ПОДЪЕМ, УЖЕ РАСПАХНУТО ОКНО, ПОДЪЕМ, И ЖДУТ ТОВАРИЩИ ДАВНО,  
ПОДЪЕМ, ХВАТАЙ СКОРЕЕ СВОЙ ПАЕК, ДОЕШЬ В АВТОБУСЕ ЕГО.

БЕТОН, КАК МЕРЗЛЫЙ ГРУНТ, БЕТОН, ОБ ОТДЫХЕ ЗАБУДЬ,  
БЕТОН, ЕГО, КАК ХОЧЕШЬ, МАТЕРИ, НО РОВНО КЛАДИ БЕТОН!  
БЕТОН, НЕ ДАЛИ НАМ МАШИН, ЧЕРТ С НИМ – МЫ САМИ ВАМ ДАДИМ  
БЕТОН, НОСИЛКИ ХВАТАЙ, ДАЛЬШЕ НЕСИ, НЕТ БОЛЬШЕ СИЛ – МОЛЧИ, НЕ СТОНИ!

ОТБОЙ, ТЫ – ТРУП, ТЫ ЖАДЕН ДО СНА, ОТБОЙ, НО ЖДУТ ОТРЯДА ДЕЛА,  
ОТБОЙ, ОТБОЙ ПОКА ПОДОЖДЕТ, НО ПЕСНЯ НЕ ЖДЕТ, И ГИТАРА НЕ ЖДЕТ!  
ПОТОМ, ПОТОМ НАПЬЕШЬСЯ, КАК ЧЕРТ, ПОТОМ, ПОТОМ НАЛЮБИШЬСЯ В ДЫМ,  
ПОТОМ ЗА ПАРТОЙ ВЫСПИШЬСЯ ВСЛАСТЬ, А ПОКА – ПОДЪЕМ! ПОДЪЕМ.

На физтехе в разное время существовали следующие отряды: «Фотон», «УПИ-Мезон», «Нуклон», «Кварк», «Гренада-1», «Гренада -2», «Легенда», «Наука», «Факел», «Оптимист», «Планета», «Аленка», «Феникс», женский строительный отряд «Вита» и мой смешанный отряд «Юнона».

Недавно я решила поискать какую-нибудь информацию про свой отряд, где была комиссаром два года (1994–1995), но увы не нашла... Когда я поступила на физтех в далеком 1992 г., то внеучебная жизнь застыла, так как за год до этого развалился комсомол, а другие механизмы сплочения молодежи тогда ещё не были отработаны. Тогда нам с Иринкой Кузнецовой (моей одногруппницей) очень захотелось в стройотряд. «Кварки» к себе нас не брали, мол

«не того пола», в женские стройотряды других факультетов как-то не тянуло... Вот и получилось всем миром организовать свой ОСОБЕННЫЙ, не похожий на другие Сельхозуборочный Смешанный (там были и девушки, и юноши) Отряд «ЮНОНА». Даже куртки-целинки мы умудрились найти не как у всех: не брезентовые, а джинсовые! К сожалению, отряд жил не долго. У нас было только две целины, но какие! Выезжали на работу в июле, а возвращались в августе. Сначала занимались прополкой, а потом уже собирали урожай моркови, капусты, лука. Как поухаживаешь за полем, такой и урожай соберёшь.

Как-то приходим на место работы, а нам директор колхоза показывает нашу «целину» –

трава по пояс. Спрашиваем: «А что тут растёт?». Он в ответ: «Что? Что? Морковь садили... Правда не прореживали ещё...» Поглядели мы вниз и увидели среди двухметровой конопля малюсенькие пушистенькие веточки моркови. Однако деваться было уже не куда, взялись за дело. Работать было весело. Работаешь и хихикаешь, то ли цветущая конопля помогала, то ли веселые шутки ребят. Так или иначе дней за семь мы все сорняки выдернули (где-то и с малюткой морковью, конечно), но через две недели приезжает директор колхоза на наше поле и говорит: «Ай да ребята! Ай да молодцы! Я еще такой моркови у нас не видел! Толщиной с руку! Чудеса!»

В нашем отряде родились несколько семей только за одну целину аномально жаркого 1995 г.:



Верной дорогой идёте, товарищи!



Форма одежды – парадная

Саша и Татьяна Чуваковы, Ирина и Максим Никулины, Ольга и Сергей Тарабукины. А командиром поля был строгий Андрей Истомин – сейчас директор по продажам «СКБ-Контур».

Чем же привлекает к себе целина? Чем зовет и манит? Конечно, это потребность в настоящих, верных друзьях! Романтика! Желание ощутить необъятные просторы нашей страны, познакомиться с новыми людьми, посмотреть на их жизнь!

Отдохнуть от сложной физтеховской учебы на всю катушку! А еще огромное желание научиться работать и испытать себя! Узнать новые рабочие специальности и быть полезным людям!

Целина... Целина... Целина... Она проверяет тебя, закаляет, даёт ощущение полета и свободы!

Студенты, возрождайте движение строительных отрядов на физтехе!



Д. Селезнева (Мясникова) комиссар отряда «Юнона», И. Кузнецова (Субботина) и С. Ламм (Курбатова) – бойцы отряда



«Юнона» на луковом поле



ЦЕЛЕВОЙ КАПИТАЛ

## Новые традиции: целевой капитал «Физтех»

*Е.А. Зафиров*

Одним из итогов торжественного заседания Попечительского совета института, посвящённого 65-летию физтеха в мае 2014 г., стало решение о формировании целевого капитала «Физтех» в составе Фонда по формированию целевого капитала на развитие УрФУ (Фонда эндаумента Уральского федерального университета).



Символика фонда

Идейным вдохновителем создания целевого капитала «Физтех» стал Михаил Иванович Подковыркин – заместитель председателя Попечительского совета института, который и возглавил Попечительский совет целевого капитала.

«Я очень рад, что в Уральском федеральном университете, на физтехе, научились принимать решения на долгую перспективу и осознали необходимость формирования Эндаумента, – делится впечатлениями Михаил Иванович. – Мы создали целевой капитал, который будет формироваться на долгосрочной основе, и его плодами смогут воспользоваться следующие поколения. Фонд является неприкасаемым, и можно использовать



М.И. Подковыркин – председатель попечительского совета целевого капитала

только инвестиционный доход, и это работает во всём цивилизованном мире, является одним из основных источников доходов в жизни университетов».

Целевой капитал нашего института является уникальным: он был сформирован одновременно благодаря трем крупным пожертвованиям. Пожертвования совершили Михаил Иванович Подковыркин, Валерий Афонасьевич Язев и Попечительский совет



В.А. Язев – член попечительского совета целевого капитала



В.Н. Рычков – член попечительского совета целевого капитала

физтеха (в лице первого директора ФТИ Владимира Николаевича Рычкова).

Пожертвования наших выпускников и неравнодушных компаний в целевой капитал «Физтех» на начало 2019 года уже составляют более 6 млн рублей, доход от управления этими средствами за 2017 и 2018 гг. составил более 1 000 000 рублей. Большая часть дохода была направлена на развитие института и подготовку Юбилейных мероприятий, посвященных 70-летию физтеха.

Цель создания целевого капитала «Физтех»: возможность накопления и целевого расходования средств для развития Физико-технологического института на долгосрочную перспективу, используя отдельный счет и руководствуясь коллективными решениями участников целевого капитала.

Задачи:

- развитие материальной базы института;
- финансирование проектов студентов и сотрудников;
- выделение средств для научно-исследовательской деятельности;
- поощрение талантливых студентов;
- социальная помощь преподавателям, сотрудникам и ветеранам института;

- поддержка значимых мероприятий института, в том числе студенческих.

Поддержать Целевой капитал «Физтех» и сделать вклад в будущее родного физтеха теперь может каждый наш выпускник: подробную информацию о целевом капитале можно найти на нашем сайте.

«Эндаумент – один из наиболее прозрачных инструментов благотворительности: любой жертвователь может отслеживать, куда распределяются доходы от его пожертвования, – завершает разговор Михаил Иванович. – Если вы гордитесь своим университетом и институтом (факультетом), вы будете помогать ему развиваться. Эта идея работает по всему миру, и у нас начинает развиваться культура пожертвований».



# МАЙСКАЯ ПРОГУЛКА







## Пойдем гулять...

«Майская прогулка» (МП) - одно из самых массовых физкультурно-оздоровительных событий в нашем городе. История отсчитывает уже четвертое десятилетие. И вся история, как и сам факт рождения, связаны с судьбой уральского физтеха. Да и в свои 70 лет физтех половину живет с «Майской прогулкой», ведь она была рождена в юбилейный год, когда физтехи праздновали свое 35-летие.

Существует миф – прогулку привез из Англии В. Гроховский. Это не совсем так. Отчасти прототипами можно считать массовые и физкультурные праздники, проводимые во многих уголках Старого и Нового Света, которые отличал один принцип: каждый преодолевший дистанцию считался победителем. Здесь, видимо, и был скрыт секрет большого количества участников. Идея создать что-то похожее у нас в городе родилась во время преодоления долгих миль во время студенческого *Vogle Stroll* от Манчестера до Ливерпуля, а потом обсуждалась в кулуарах редакции стенной газеты городского туристского клуба «Уральский меридиан».

Повод для реализации скоро представился – надвигался очередной традиционный праздник физико-технического факультета УПИ – его 35-летие. На факультете только что родилась новая кафедра – физических методов и приборов контроля качества. А почему бы не предложить в дни юбилея для студентов и гостей своеобразный тест на качество тела и духа в пешем единоборстве с самим собой? И вот в беседах, встречах, заседаниях и на бумаге стали рождаться основные контуры того события, которое теперь называется «Майская прогулка». Может быть, ее создателям было легче – они рождали что-то новое, были свободны от рамок устоявшихся правил и циркуляров и поэтому не встретили на своем пути категоричного «нельзя!». Заинтересованно и живо поддержали идею прогулки редактор упейской многотиражки «За индустриальные кадры» Ю. Игнатов (Оло), секретарь парткома института А. Кружалов, председатель городского клуба туристов Е. Перепечай, корреспондент «Вечернего Свердловска» Э. Якубовский.

Первая прогулка была организована 20 мая 1984 г. силами сотрудников и студентов кафедры физических методов и приборов контроля качества УПИ и редакцией газеты «Уральский меридиан». Тогда же родилось название (бренд) - «Майская

прогулка», главный девиз (слоган) – «Испытай себя!» и дата ее проведения - третье воскресенье мая.

Многие принципы организации и проведения «Майской прогулки» не изменились за эти годы и стали традиционными. Главный принцип – доступность каждому, решившемуся на многокилометровую прогулку. «Майская прогулка» – это не спорт, поскольку разряды здесь не присуждаются, это физкультура. «Майская прогулка» - это не «экстрим», ее дистанции по силам любому здоровому человеку любого возраста (при правильной оценке своих возможностей). «Майская прогулка» – это не только для туристов или студентов. Участвовать может любой желающий вне зависимости от социального, религиозного, политического или возрастного положения.

Каждая следующая прогулка организуется по новым маршрутам, новым районам и окрестностям города, что расширяет познавательные возможности участников прогулки. Основной «коронной» остается дистанция в 50 км – это максимальное испытание на «Майской прогулке». Но всегда есть дистанции более короткие: 25-30 км, особенно популярные у студентов и очень занятых, но не очень тренированных горожан; 15-18 км для начинающих и родителей с маленькими детьми. В отдельные годы организовывались «юбилейные» маршруты, когда длина дистанции в километрах соответствует количеству юбилейных лет.

Дистанцию, время старта и темп движения участники выбирают сами, победителями же становятся все, кто пройдет свой маршрут до заката солнца. Организаторы декларируют полный отказ от учета времени прохождения маршрута и тем более определение победителя по времени. Это личное дело каждого участника, даже если он воспользовался транспортом (тем хуже для него, обманул-то он сам себя). Разумеется, на контрольных пунктах необходимо отмечаться из соображений безопасности. Главной своей задачей организаторы считают оказание максимальной помощи участникам, для того чтобы каждый мог успешно преодолеть добровольно выбранный им маршрут. На финише «прогульчиков» ожидает традиционное чаепитие с пряниками и памятный знак победителя.

Долгие годы традиционным местом завершения прогулки было здание физико-технического

факультета, но в последние годы даже фойе ГУКа кажется малым для участников, финиширующих с 11 утра до 9 вечера.

Проведя первую прогулку, мы поняли, что нашли себе новую головную боль на многие годы вперед. Все, кто участвовал в первой прогулке, просили повторения её в следующем году. Из 250 человек, участвовавших в первой прогулке, на вторую пришли 70, несмотря на погодную обстановку – во второй половине дня в 1985 г., – на прогулке пошел снег. И это ещё раз убедило нас в том, что мероприятие понравилось свердловчанам.

Год от года прогулка увеличивала число участников и набирала счет – вторая, третья, четвертая. В пятой прогулке был опробован выездной старт, и впервые лента маршрутов была отпечатана на картографической фабрике.

В седьмой «Майской прогулке» число участников превысило полторы тысячи. Но вот наступил 1991 г., юбилеев не было, пришла весна, но организаторы не могли найти финансовую поддержку даже для издания карт и выпуска памятных значков. В обсуждении критической ситуации все чаще звучало предложение не проводить МП. Но прервать традиционное весеннее испытание пешеходов не дали сами участники. Когда в апреле организаторов стали тревожить звонками: «Когда будет "Майская прогулка?"», мы задумались о том, что горожане не виноваты в ситуации и надо что-то предпринимать. Тогда было решено использовать оставшиеся карты предыдущего года, но изменить направление движения участников по маршрутам. И прогулка 19 мая 1991 г. состоялась, участников было 550 человек.

В том же году мы впервые предложили всем желающим стать спонсорами МП, оказав финансовую поддержку. Так сами участники своим неукротимым желанием в очередной раз испытать себя на весенней прогулке не дали нарушить традицию.

В 1993 г. при всемерной поддержке председателя профкома сотрудников УГТУ-УПИ В. Давыдова, в прошлом активного туриста, для детей был организован специальный маршрут протяженностью 17 км, который получил название «Шарташская кругосветка». Несмотря на то, что маршрут год от года проходит по Шарташскому лесопарку, он весьма популярен не только среди участников с детьми.

В 33-ей МП наконец-то удалось отделить от «Майской прогулки» велосипедистов. При всем уважении к этому растущему увлечению «велик пешему не товарищ». Нет, не по жизни, а вот здесь, на пешей «Майской прогулке». Процесс разделения был многолетний и, слава богу, развод состоялся. Сейчас и не вспомнить тот момент, когда на маршрутах прогулок стали появляться велосипедисты, но на первых их не было точно. Когда их стало там так много, что на наших нешироких тропинках они стали мешать пешеходам (или наоборот?), для них мы разрабатывали отдельные дистанции, потом перенесли старт на другой день, в 2015 г. этот день вообще оказался в июне, ну а в 2016-м за ее проведение взялась совсем другая команда. Все правила, формат, логистика, режимы работы судей, идея, наконец, снова стали ориентированы на пешее передвижение по дистанциям, даже бегуны не всегда попадают в эти условия.

О побудительных мотивах. Что же заставляет горожан из года в год участвовать в нашей МП, ждать её как праздник? Интуитивно угадав схему проведения «Майской прогулки», организаторы даже спустя десятилетия не могут дать однозначный ответ. Самоутверждение, радость преодоления, памятный значок или что-то ещё? Вполне красноречивы записи участников в книгах отзывов, в социальных сетях, на сайте МП, но и они лишь частично отвечают на этот вопрос.

Интересный социологический опрос участников прогулки был проведен в 2003 г. Им был задан один короткий вопрос: «Зачем?», и вот какие ответы были получены:

- Хотелось погулять для здоровья;
- Делать нечего;
- Нравится атмосфера праздника;
- Это традиция – сегодня иду в семнадцатый раз;
- Значки коллекционирую;
- Просто интересно;
- Пошлось.....;
- Чтобы вечером голова лучше работала;
- Тренироваться;
- Обломилось поехать на дачу;
- Зачет по физкультуре получить;
- Ребенка в лес вывести, приучаем к здоровому образу жизни.

А аспирантка Ксюша поведала, что раньше прогулка была UNDERGROUND, а теперь «ПОПСА».



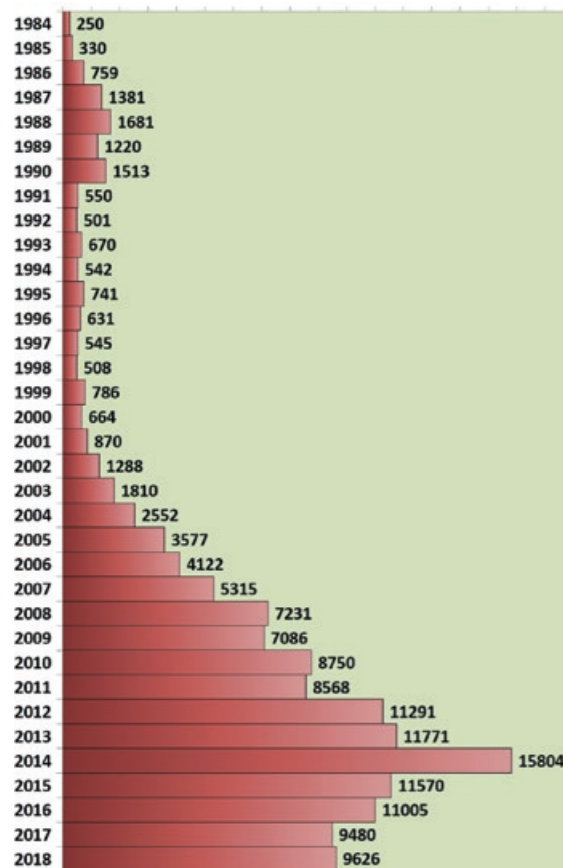
А медведям на прогулку можно?



Воодушевление на финише

Это еще один из кирпичиков в непознанное до конца сооружение, которое можно назвать «МОТИВАЦИЯ участников». Пусть «попса» или «мода», но приходится напомнить, что это все же ИСПЫТАНИЕ. Кстати, диссертационную тему «Мотивация участников «Майской прогулки» никто до сих пор еще не разработал.

Вместе с тем ходьба, пожалуй, самое доступное и самое дешевое упражнение. Нет ничего лучше ходьбы, нет ничего более полезного для укрепления сердечно-сосудистой и мышечной систем. Не нужно



Распределение участников по годам

никаких приспособлений и специальных залов, дорогого обмундирования и снаряжения.

Сколько их, кто они – участники МП? Всего за 35 лет существования этого события в пешеходных прогулках участвовало более 140 тысяч человек, преодолев суммарно более 4 млн. км, а это равно 10 расстояниям от Земли до Луны или 100 кругосветным путешествиям.

В отличие от других физкультурных мероприятий «Майская прогулка» не имеет никаких возрастных ограничений. Все зависит только от желания и самочувствия участников. Уже выросли и закончили институты те младенцы, которые участвовали в первых прогулках в детских колясках или на руках у родителей. Самым старейшим участником был А.Я. Кострикин, которому в 2004 г. исполнилось 90 лет и с 1984 г. он не пропустил ни одной «Майской прогулки». Но самый активный возраст в последнее время – 18–25 лет.

Далеко не все в истории МП было простым и беззаботным. Если принять во внимание, что это событие родилось и проводилось по инициативе «снизу», на голом энтузиазме организаторов, то можно представить, сколько проблем требовало качественного решения. Финансирование и обучение судей, издание карт-схем и подготовка памятных знаков, транспорт и обеспечение безопасности, мусор и туалеты, питание и клещевая опасность, разметка и вода, участие бегунов и велосипедистов и т.п. Трудно перечислить имена всех тех, благодаря кому это физкультурное событие, родившееся от союза туристского актива города и физтеха, стало традицией нашего города. Долгие годы это делали и делают физтехи Виктор Гроховский, Георгий Кунцевич, Виталий Слепухин, Игорь Костромин, Евгений Попов, Григорий Ткаченко, Лев Муравьев, Андрей Яговкин, Светлана Глазкова, Галина Кунцевич, и туристы Татьяна Киселева, Анатолий Лепихин, Александр Цветков, Ольга Ванина, Ирина Бахтина, Ася Гараева, Наталья Смирнова, Владимир Давыдов, Надежда Кутузова.

Да, у «Майской прогулки» счастливая история. Внешняя простота, доступность и новая мотивация, исключая соперничество, оказались удачной формой организации на долгие годы. И сейчас немало факторов, преодолеть зависимость от которых необходимо человеку, чтобы сделать первый шаг в победе над собой, над своими привычками, первый шаг к здоровому отдыху. И этому пока помогает ежегодная «Майская прогулка». Набирают традиции пешие прогулки по нашей схеме в других городах. Они не похожи друг на друга – везде есть свои изюминки и нау-хау. Ну а в наш адрес часто слышим, что «Майская прогулка» – это наш крест и нести нам его еще и нести ...



Вдоль Шарташа



Чаепитие в ГУКе



Пока кроссовки отдыхают

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Кафедра редких металлов и наноматериалов	
Начало начал...	9
Электрохимия расплавов на физтехе	13
Кафедра технической (молекулярной) физики	
Кафедра технической (молекулярной) физики. Историю творят люди...	17
От разреженных газов к живой клетке и звёздам	63
Кафедра физико-химических методов анализа	
Обеспечение единства измерений в России (вклад кафедры ФХМА)	73
Тернистый путь в Scopus (история создания научного журнала «АНАЛИТИКА И КОНТРОЛЬ»)	78
Кафедра экспериментальной физики	
Уральская школа люминесценции	86
Циклотрон. Перегрузка	90
Инновационно-внедренческий центр радиационной стерилизации: итог долгого пути или начало новой эпохи?	95
Ядерное приборостроение на Урале (взгляд изнутри)	101
История развития мессбауэровской спектрометрии на кафедре экспериментальной физики	113
Радиационный контроль оборонного назначения	117
Физика и техника низкотемпературной плазмы	121
Инженерное медико-биологическое образование на физтехе	124
Кафедра радиохимии и прикладной экологии	
Радиохимия и прикладная экология: преемственность и развитие	129
Международная научно-техническая конференция и школа для молодых учёных «Актуальные проблемы радиохимии и радиоэкологии»	133
Кафедра теоретической физики и прикладной математики	
Первые годы кафедры теоретической физики	139
Слово о человеке, замечательном физике-теоретике Владимире Марковиче Елеонском	141
Кто он, Георгий Викторович Скроцкий?	145
Сорок из семидесяти: НИП квантовой магнитометрии	150
Интеллект естественный, интеллект искусственный	155
Кафедра вычислительной техники	
Краткая история четырех периодов кафедры вычислительной техники	161
Научная школа «Системная интеграция интеллектоёмких технологий» (глазами основателя школы проф. д.т.н. С.Л. Гольдштейна)	164
Кафедра физических методов и приборов контроля качества	
Кафедра ФМПК – высокое качество образования и науки	181
Научно-образовательный центр «Наноматериалы и нанотехнологии»	185
Метеоритные охотники	188
Кафедра электрофизики	
Кафедра электрофизики: вчера и сегодня	195
Электрофизики на физтехе	197
Мой физтех	199
Кафедра иностранных языков	
Каждый физтех должен знать иностранный язык (хотя бы английский) в совершенстве!	203
Физтех театральный	204
Кафедра социальной безопасности	
Подготовка специалистов социальной работы на физтехе: нарушение традиций или продуктивная ломка стереотипов?	207
Руководство масштабным международным проектом социальной направленности	211
Антропогенные риски высокотехнологичного производства: перспективы образования и исследований	214
Кафедра инноватики и интеллектуальной собственности	
Инноватика и интеллектуальная собственность на физтехе	219
Кафедра высокоэнергетических процессов	
Целевая подготовка кадров для РФЯЦ ВНИИТФ	225
Научные конференции	
Физика. Технологии. Инновации	229
Внеучебная и воспитательная работа	
Внеучебная и воспитательная работа	233
Стройотряды	
Клянёмся! Клянёмся! Клянёмся!	243
Целевой капитал	
Новые традиции: целевой капитал «Физтех»	249
Майская прогулка	
Пойдем гулять...	253



# ФИЗТЕХ

## ВОЛНЫ ЖИВОЙ ИСТОРИИ

2019

Главный редактор В.Ю. Иванов  
Редактор С.Л. Гольдштейн  
Редактор Н.И. Разикова  
Корректор Е.Е. Крамаревская  
Верстка А.В. Шолин

---

Подписано в печать 00.05.2019

Формат 60x84 1/8

Бумага типографская

Офсетная печать

Усл. печ. л. 33

Уч.-изд. л. 16,15

Тираж 800 экз.

---

Адрес типографии: 620083, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 4,  
Издательско-полиграфический центр УрФУ